

**Analyse von Spätkomplikationen nach perkutaner Dilatationstracheotomie unter
Anwendung eines starren Tracheotomie-Endoskops und
verschiedener Arten von Trachealkanülen bei Patienten der
Intensivmedizin und
HNO-Chirurgie**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae (Dr. med.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

von Carolin Michaelsen

geboren am 13.12.1981 in Großröhrsdorf

Gutachter

- 1. Prof. Dr. med. Sven Koscielny, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
Universitätsklinikum Jena**
- 2. Prof. Dr. med. Peter Jecker, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
Klinikum Bad Salzungen**
- 3. PD Dr. med. Matthias Steinert , Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsklinikum Jena**

Tag der öffentlichen Verteidigung: 02.04.2019

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
BMI	Bodymassindex
cm	Zentimeter
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CSA	crico-sternaler Abstand
CT	Computertomographie
E	Expirationszeit
E	Krankenhausentlassung
ETCO2	endexpiratorische CO ₂ -Konzentration
FIO ₂	Inspiratorische Sauerstofffraktion
GWDF	Tracheotomie nach Griggs (guide wire dilatation forecps)
HNO	Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
I	Inspirationszeit
IPPV	intermittent positive pressure ventilation
kg	Kilogramm
m	Meter
Mb	Morbus
n	Anzahl
OT	offen chirurgische Tracheotomie
PDT	perkutane Dilatationstracheotomie
PEEP	positiver endexpiratorischer Druck
PIP	maximaler Inspirationsdruck
TED	Tracheotomieendoskop nach Klemm
TLT	Tracheotomie nach Fantoni
TV	Tidalvolumen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
1. Einleitung	8
1.1 Geschichtlicher Überblick der Tracheotomie	8
1.2 Anatomische Grundlagen	10
1.3 Aktuelle Methoden der perkutanen Dilatationstracheotomie	11
1.4 Vorteile der Tracheotomie	13
1.5 Nachteile der Tracheotomie	13
1.6 Indikationen und Kontraindikationen zur Durchführung einer perkutanen Dilatationstracheotomie	14
1.7 Kontraindikationen zur Durchführung einer perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop nach Klemm(TED)	15
1.8 Frühkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie	16
1.9 Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie	19
2. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit	23
3. Methodik	24
3.1 Patientenkollektiv	24
3.2 OP-Technik der perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie- Endoskop	25
3.3 Studienprotokoll	27
3.4 Patienten-Fragebogen	29
3.5 Auswertung	30
4. Ergebnisse	31
4.1 Allgemeine Angaben zum Patientenkollektiv	31
4.2 Biometrische Daten der Patienten	33
4.3 Grunderkrankung, Tracheotomieindikation und Begleiterkrankungen	34
4.4 präoperative Intubationstage, Tubusgrößen, Vorschäden an Larynx und Trachea	36
4.5 Tracheotomieverfahren, Höhe der Tracheotomie, anatomische Besonderheiten, Blockspangenbildung, Art der Trachealkanülen	38
4.6 Trachealspangenfrakturen, Therapie der Trachealspangenfrakturen,	

Verletzung der Tracheahinterwand	41
4.7 Spätkomplikationen nach PDT mit TED	43
5. Diskussion	51
5.1. Eigene Ergebnisse im Vergleich zur Literatur	51
5.1.1 Trachealstenosen	52
5.1.2 Dysphagie	56
5.1.3 Tracheoösophageale Fistel	57
5.1.4 Dysphonie	58
5.1.5 Blutungen	59
5.1.6 Entzündungen am Tracheostoma	61
5.1.7 Narbenbildung und persistierende tracheokutane Fistel nach Dekanülierung	62
5.1.8 Trachealkanülenarten	63
5.2 Diskussion der Methodik	63
6. Schlussfolgerungen	65
7. Literatur- und Quellenverzeichnis	66
8. Anhang	
8.1 Abbildungsverzeichnis	
8.2 Tabellenverzeichnis	
8.3 Studienprotokoll	
8.4 Telefonfragebogen	
8.5 Lebenslauf	
8.6 Danksagung	
8.7. Ehrenwörtliche Erklärung	

Zusammenfassung

Im Zuge der medizinischen Entwicklung findet die Tracheotomie vor allem im Rahmen der Langzeitbeatmung bei Patienten der Intensivmedizin eine breite Anwendung. Insbesondere bei der perkutanen Dilatationstracheotomie ist eine technische und zahlenmäßige Entwicklung zu beobachten. Eine große Herausforderung stellt die statistische Auswertung von Spätkomplikationen dar, da eine Vielzahl der tracheotomierten Patienten an Ihrer Grundkrankheit versterben oder Spätkomplikationen erst außerhalb der Akutversorgung festgestellt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Analyse von Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie unter Anwendung eines starren Tracheotomie-Endoskops. Als Nachkontrollzeitraum wurde ein Abstand zur perkutanen Dilatationstracheotomie ab 6 Monaten gewählt. Die perkutanen Dilatationstracheotomien erfolgten von August 2006 bis Januar 2010 im Rahmen einer prospektiven multizentrischen Studie an vier großen deutschen Krankenhäusern. Die Daten zur Erfassung der Spätkomplikationen wurden aus den Studienprotokollen und bei Bedarf zur Ergänzung aus den originalen Krankenakten entnommen und durch ein standardisiertes Telefoninterview erfasst. Insgesamt erfolgte in oben genanntem Zeitraum bei 180 Patienten eine Dilatationstracheotomie mit dem starren Tracheotomie-Endoskop. Es erfolgte bei allen perkutanen Dilatationstracheotomien ein standardisiertes Vorgehen nach Empfehlung von Klemm 2006, zwei Endoskoptypen kamen zum Einsatz: 1. TED Firma Carl Storz GmbH Tuttlingen 2. TED Firma Carl Rainer GmbH Wien. Zur Anwendung kamen industrielle Fertigsätze zur perkutanen Dilatationstracheotomie mit und ohne Stufenbildung zwischen Dilatator und Trachealkanüle. Die Indikation zur perkutanen Dilatationstracheotomie wurde in der Gesamtgruppe bei 152 Patienten (84 %) aus intensivmedizinischen Gründen bei prolongierter maschineller Beatmung und bei 28 Patienten (16 %) aus primär HNO-ärztlicher Indikation ohne vorheriger maschineller Beatmung gestellt. In die Nachbeobachtung konnten 51 Patienten eingeschlossen werden.

In der Nachbeobachtung als Patientenbefragung gaben 7,8 % der Patienten Dyspnoe an. Von diesen 4 Patienten konnte bei 3 Patienten die Dyspnoe einer COPD beziehungsweise klinisch gesicherten postradiogenen Larynxödemen zugeschrieben werden. Bei einem Patienten konnte eine Trachealstenose nicht ausgeschlossen werden. Eine weiterführende Untersuchung wurde von dem

Patienten abgelehnt. Ein Patient (2,0 %) berichtete, im Rahmen des Telefoninterviews, seither bei unachtsamen Essen zu Aspirationen zu neigen. Die Frage nach Aspirationspneumonien wurde von diesem Patienten verneint. Eine Dysphonie wurde bei drei Patienten (5,9 %) anamnestisch erhoben. Es besteht ein Zustand nach Larynxteilresektion bei zwei Patienten, sodass die Stimmstörung ursächlich hierauf zurückzuführen ist. Der 3. Patient lehnte eine weiterführende Untersuchung ab, sodass keine Aussagen bezüglich einer Schädigung am Larynx getroffen werden konnten. Blutungen traten bei keinem Patienten auf. Bei einem Patienten trat nach einem Zeitintervall von 21 Monaten nach perkutaner Dilatationstracheotomie und zu diesem Zeitpunkt nicht verschlossenem Tracheostoma ein Erysipel auf. Bei 98,0 % der Patienten (n= 50) konnte eine Dekanülierung erfolgen. Bei zwei Patienten war ein operativer Verschluss des Tracheostomas erforderlich. Bei diesen beiden Patienten lag der längste Zeitraum von der PDT mit TED bis zur Dekanülierung vor. Er betrug 179 Tage und 274 Tage. Beim Entwurf des Studienprotokolls war die theoretische Annahme, dass durch industrielle Fertigsets zur perkutanen Dilatationstracheotomie mit Stufenbildung zwischen Dilator und Trachealkanüle erhöhte Knorpelspannenbrüche verursacht werden. Dies bestätigte sich nicht, da das starre Tracheotomie-Endoskop einen stabilisierenden Effekt auf die Trachea ausübt.

Als limitierenden Aspekt der Studie ist die Schwierigkeit des follow-up und die hieraus resultierende deutlich geringere Patientenanzahl, im Vergleich zu allen initial eingeschlossenen Patienten, von 29,4 % (n= 53) zu betrachten. Hierdurch waren statistische Auswertungen hinsichtlich bestehender Signifikanzen nicht oder schwer möglich. Gründe für die deutlich geringere Patientenzahl in der Nachbeobachtung liegen einerseits in der über ein weites Gebiet von 69 verschiedenen Orten verteilten Patienten, sodass eine Nachuntersuchung aller Patienten in der Klinik aus logistischen Gründen nicht möglich war, als auch in der hohen Mortalitätsrate der schwerkranken intensivmedizinisch betreuten Patienten.

Zur Eruierung der Spätkomplikationen wäre eine Studie mit engmaschiger Verzahnung aller mit der perkutanen Dilatationstracheotomie und oder offen chirurgischen Tracheotomie konfrontierten Fachgebiete, mit einer hohen Patientenzahl und einer genauen engmaschigen Nachbeobachtung der Patienten künftig interessant.

1. Einleitung

Die Tracheotomie ist ein Verfahren zur Sicherung des Atemweges, die seit Jahrhunderten im Zuge der medizinischen Entwicklung, im vergangenen Jahrhundert vor allem im Rahmen der Langzeitbeatmung bei Patienten der Intensivmedizin breite Anwendung findet.

Im Gegensatz zur offen chirurgischen Tracheotomie (OT), welche seit Jahrzehnten ausgereiften Operationstechniken unterliegt, ist bei der perkutanen Dilatationstracheotomie (PDT) eine technische und zahlenmäßige rasante Entwicklung seit 1985 zu beobachten. Die statistische Auswertung von Spätkomplikationen stellt eine große Herausforderung dar, da über die Hälfte der auf Intensivstationen tracheotomierten Patienten an ihren Grunderkrankungen versterben und Spätkomplikationen oft erst außerhalb der klinischen Akutversorgung in Rehakliniken, in Pflegeheimen oder von den betreuenden Hausärzten nach Wochen und Monaten festgestellt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Analyse von Spätkomplikationen nach perkutanen Dilatationstracheotomien unter Anwendung eines neu entwickelten starren Tracheotomie-Endoskops mit einem Nachkontrollzeitraum ab 6 Monaten nach Durchführung der perkutanen Dilatationstracheotomie. Die perkutanen Dilatationstracheotomien erfolgten im Rahmen einer prospektiven multizentrischen Studie in vier großen deutschen Krankenhäusern.

1.1 Geschichtlicher Überblick der Tracheotomie

2000-1000 v. Chr. In Bildern der Ägypter vermutlich erste Hinweise über die Schaffung eines transtrachealen Atemwegzuganges (Pahor 1992)

Andreas Vesalius (1537-1619), Professor der Medizin an der Universität von Padua, beschreibt die Tracheotomie am Tier (Sprengel 1805).

Fabricius de Aquapendente (1537-1619) beschäftigt sich in chirurgischen Schriften mit der Tracheotomie, er selbst führt den Eingriff nie durch (Sprengel 1805).

Fabricius Casserinus (1545-1616), ein Schüler von Fabricius de Aquapendente, beschreibt in seinem Werk „De Vocis Auditusque Organis Historica Anatomica“ die

Operation und die dazu benötigten Instrumente und schlägt erstmals den Einsatz eines gebogenen Röhrchens vor (Sprengel 1805).

Sanctorius Sanctorius (1561-1636), Professor an der Universität von Padua, beschreibt erstmalig in „Commentaria in Primam fen Primi Libri Canonis Avicennae“ die Eröffnung der Trachea mit einem Trokar-ähnlichen Instrument, der Pare'schen Röhre (Brandt und Goerig 1986).

Im 19. Jahrhundert gewinnt die Tracheotomie zunehmend im Rahmen der Diphtherietherapie an Bedeutung.

1835 berichteten Guersant (1800-1869) und Trousseau (1801-1867) über 60 Tracheotomien bei Diphtherie-Patienten, 18 Heilungen traten auf.

Im Jahr 1844 führte Wilhelm Braun (1799-1883) in Deutschland die erste erfolgreiche Tracheotomie bei einem Diphtherie-Patienten in Greifswald durch (Schuchardt 1887).

Im Jahr 1909 beschrieb Chevalier Jackson (1865-1958), Laryngologe an der Universität Pittsburgh, in „The Laryngoscope“ das exakte operative Vorgehen bei der Tracheotomie (Jackson 1909).

Im Jahr 1921 brach er in seiner Arbeit „High tracheotomy and other errors - the chief causes of chronic laryngeal stenosis“ mit der festgelegten Lehrmeinung der hohen Tracheotomie und stellte erstmals, mit bis heute erhaltener Gültigkeit, die Lehrmeinung „Cricoid cartilage should never be cut“ auf (Jackson 1921).

1953 führte Shelden die erste perkutane Dilatationstracheotomie nach neuen Maßstäben durch (Shelden 1955).

1969 berichteten Toye und Weinstein über die erste Punktion in Seldinger-Technik (Toye und Weinstein 1969).

Im Jahr 1985 wird die Dilatationstracheotomie nach Ciaglia publiziert, eine bis heute weit verbreitete Technik (Ciaglia et al. 1985).

1990 beschrieb Griggs die Tracheotomie mittels Spezialspreizinstrumenten (Griggs et al. 1990).

1993 stellte Fantoni erstmals die Translaryngeale Tracheotomie vor (TLT) (Fantoni et al. 1996).

Im Jahr 1999 wird die Dilatationstracheotomie Ciaglia Blue Rhino mit einem sich verjüngenden Einzeldilatator beschrieben (Ciaglia 1999).

Im Jahr 2002 berichteten Frova und Quintel über ein Schraubenverfahren zur perkutanen Dilatationstracheotomie (Frova und Quintel 2002).

Im Jahr 2005 beschreiben Zgoda und Berger die Dilatationstracheotomie nach Ciaglia mittels eines Ballondilatators Ciaglia Blue Dolphin (Zgoda und Berger 2005).

Im Jahr 2006 erfolgte die Einführung eines speziellen Tracheotomie-Endoskops in die klinische Praxis bei Tracheotomien (Klemm 2006).

1.2 Anatomische Grundlagen

Die Trachea reicht vom Cartilago cricoidea des Larynx bis zur Bifurkation der Trachea. Sie gliedert sich in einen Pars cervicalis, welcher vom 6./7. Halswirbel bis zur Apertura thoracis superior reicht und den sich anschließenden Pars thoracica bis zur Bifurcatio tracheae (Schiebler et al. 1999). Histologisch besteht die Trachea aus der Tunica mucosa respiratoria, der Tunica fibromusculocartilaginea und der Tunica adventitia. Die in der Tunica fibromusculocartilaginea gelegenen Trachealspangen bestehen vorwiegend aus hyalinem Knorpel und halten das Lumen der Trachea offen (Junqueira und Carneiro 1996). In der Literatur werden Ossifikationen der Trachealspangen beschrieben (Stöhr et al. 1963). In histologischen und immunhistologischen Untersuchung von 25 Patienten zeigte sich eine Ossifikation bei dreizehn Patienten (Kusafuka et al. 2001). In einer Untersuchung von 103 während Tracheotomien entnommenen Mittelstücken der 2./3. Trachealspange zeigten sich in nur 26 Fällen (25 %) eine normale homogene hyaline Knorpelstruktur (Haroske 2012). Des Weiteren zeigt sich häufig eine Fusion des 1.Trachealring und des Ringknorpels sowie im Bereich der 1. bis 3. Trachealspange. Histologische Untersuchungen i.R. von Sektionsbefunden von 42 Verstorbenen ergaben eine Häufigkeit von 35 % bzw. 60-100 % (Schneider et al. 1997).

Topographie auf Höhe der 2.-4. Trachealspange

Topographisch liegt der Ösophagus direkt dorsal der Paries membranaceus trachea, dem häutigen Teil der Trachea, an. Ventral liegt der Isthmus und lateral der Lobus dexter et sinister der Schilddrüse der Trachea an. Über dem Isthmus verläuft der Plexus thyroideus impar (Schiebler et al. 1999). Der Truncus brachiocephalicus liegt im prätrachealen Raum zwischen Trachea und Sternum, wodurch aufgrund des festen Widerlagers des Sternums keine Ausweichmöglichkeit nach ventral besteht und somit durch Cuffdruck-bedingte Läsionen die Ausbildung einer arteriotrachealen

Fistel resultieren kann (Pabst und Haroske 2012). Der Truncus brachiocephalicus ist ca. 3 cm lang und kreuzt in der Regel auf Höhe des Jugulums die Trachea, hierbei verläuft er nach kranial und lateral rechts. Anatomische Varianten treten vor allem im Verlauf der Gefäße auf. So kann z.B. zu 10 % die A. thyroidea ima aus der Aorta bzw. dem Truncus brachiocephalicus entspringen und ventral der Trachea nach kranial zur Schilddrüse verlaufen (Schiebler et al. 1999).

1.3 Aktuelle Methoden der perkutanen Dilatationstracheotomien

1.3.1 Dilatationstracheotomie nach Ciaglia /Blue Rhino (seit 1999)

Zunächst erfolgt die Punktion der Trachea, nachfolgend wird über die in der Punktionsstelle verbleibende Plastikhülle der Kanüle ein Führungsdraht nach Seldinger in Richtung der Bifurkation der Trachea vorgeschoben. Die Plastikkanüle wird entfernt und beidseits des Seldingerdrahtes erfolgt eine horizontale Hautinzision. Das Tracheostoma wird nun mittels mehrerer dicker werdender Dilatatoren (Ciaglia) oder eines Einzeldilatators (Blue Rhino®) bis zur gewünschten Größe bougiert. Dabei wird die Einheit aus Dilator und Kanüle über den Führungsdraht gefädelt und die Trachealkanüle platziert (Ciaglia 1999).

1.3.2 Dilatationstracheotomie nach Griggs (seit 1990)

Nach Punktion der Trachea erfolgt die Einführung des Seldinger-Drahtes in Richtung der Bifurkation der Trachea. Nach einer Hautinzision mittels Skalpell und einer Vordilatation durch einen kleinen Dilator wird eine Dilatationszange, in geschlossenem Zustand, über den Führungsdraht gefädelt und bis in die Trachea eingeführt. Im Anschluss erfolgt eine Dilatation der Tracheavorderwand und des prätrachealen Raumes durch Öffnung der Zange. Anschließend wird die vorgesehene Kanüle eingesetzt (Griggs et al. 1990).

1.3.3 Translaryngeale Dilatationstracheotomie nach Fantoni (seit 1993)

Nach Punktion der Trachea erfolgt die Einführung des Seldinger-Drahtes nach kranial am Tubus vorbei bis dieser, bis auf eine Länge von 25 bis 30 cm, aus dem Mund herausgezogen werden kann. Nach Entfernung der Punktionskanüle erfolgt eine horizontale Hautinzision, mittels Skalpell rechts und links des Drahtes. Daraufhin

erfolgt die Befestigung eines Extraktionsgriffes am Drahtende, welcher aus der Punktionsstelle austritt. Anschließend wird die Trachealkanüle am anderen Ende des Führungsdrahtes befestigt, welcher aus dem Mund austritt. Die Kanüle wird bis in den Mund des Patienten gezogen und es erfolgt die Extubation. Alle weiteren Schritte werden nun in Apnoe durchgeführt. Durch wohl dosierten Zug am Extraktionsgriff und Gegendruck von außen wird die Trachealkanüle translaryngeal nach außen gezogen. Nachfolgend erfolgt der Einsatz eines Obturators und die Kanüle wird um 180° rotiert, im Anschluss wird der Obturator entfernt und die Kanüle vorgeschoben (Fantoni et al. 1996).

1.3.4 Dilatationstracheotomie nach Frova und Quintel (PercuTwist)® (seit 2002)

Auch hier erfolgt eine Punktion der Trachea, der Einsatz eines Seldinger-Drahtes in Richtung der Bifurkation der Trachea und eine horizontale Hautinzision rechts und links neben dem Führungsdraht. Im Anschluss erfolgt die Dilatation mit einem selbstschneidenden schraubenförmigen Dilatator. Nach Entfernung des Dilatators folgt die Platzierung der Trachealkanüle über den Seldinger-Draht (Frova und Quintel 2002).

1.3.5 Tracheotomie-Endoskop nach Klemm (TED)

Ausgehend von der etablierten starren Tracheobronchoskopie wurde das starre Tracheotomie-Endoskop nach Klemm entwickelt. Im Gegensatz zu allen bisherigen Methoden der perkutanen Dilatationstracheotomie kommt die starre Endoskopie zum Einsatz.

Nach Einführung des Tracheotomie-Endoskopes bis zum Larynx entlang des liegenden Tubus als Leitschiene wird simultan der Beatmungstubus entfernt und das Tracheotomie-Endoskop in die Trachea vorgeschoben. Nach Anschluss der Beatmung und Begutachtung der inneren Anatomie erfolgt die Einführung eines speziell gebogenen Diaphanoskopistabes, danach die Punktion im Zentrum des Lichtkegels. Hiernach wird unter Sicht die Bougierung durchgeführt und nachfolgend die Trachealkanüle platziert. Abschließend erfolgt im Rahmen der Entfernung des Tracheotomie-Endoskopes eine Inspektion von Trachea und Larynx, gegebenenfalls kann die Abtragung dislozierter Trachealspangen oder eine endoskopische Blutstillung erfolgen (Klemm 2006).

1.4 Vorteile der Tracheotomie

Durch die Tracheotomie wird die Gefahr von Larynx- und Trachealschäden, wie Druckulzera und Granulombildung an den Stimmlippen, Trachealstenosen oder Synechien im Larynx während einer intensivmedizinischen Behandlung vermindert. Es resultiert eine Verbesserung der alveolären Ventilation durch die Verkleinerung des Totraumes. Durch die Reduktion des Atemwegwiderstandes wird die Atemarbeit vermindert und somit eine Erleichterung im Rahmen der Beatmungsentwöhnung erreicht. Die Mundpflege des Patienten ist erleichtert. Es besteht ein verminderter Analgosedierungsbedarf. Damit besteht insgesamt eine Verbesserung der Lungenfunktion und Verringerung des Risikos einer Pneumonie. Es wird ein erhöhter Patientenkomfort ermöglicht, da sowohl die Möglichkeit einer oralen Nahrungsaufnahme als auch eine Kommunikationsmöglichkeit via Sprechkanüle besteht (Klemm und Nowak 2012, Durbin 2010, De Leyn et al. 2007, Westphal et al. 1999).

1.5 Nachteile der Tracheotomie

Die Luftströmung erfolgt nicht über die oberen Atemwege sondern direkt über Trachea und Lunge. Es resultiert eine fehlende Befeuchtung der Atemluft über die oberen Atemwege. Die Atemluft erreicht nicht die Riechzellen, sodass es zu einer Einschränkung des Geruchs- und Schmecksinnes kommt. Eine verbale Kommunikation ist ohne Sprechkanüle nicht möglich, da keine Luftpassage über den Larynx erfolgt. Die Reinigungsfunktion der oberen Luftwege wird ausgeschaltet, ebenso die Temperaturregelung durch die Nase. Aufgrund des endotrachealen Fremdkörperreizes und des Wegfall der Klimatisierungsfunktion der Nase tritt eine vermehrte Trachealsekretbildung auf. Es kann zu Verborkungen und einer hieraus resultierenden Verstopfung der Trachealkanüle kommen (Klemm und Nowak 2012).

1.6 Indikationen und Kontraindikationen zur Durchführung einer perkutanen Dilatationstracheotomie

In der Literatur werden folgende Indikationen und Kontraindikationen aufgeführt (Walz 2002, Westphal et al. 1999, Klemm et al. 1999, Gründling und Quintel 2005).

1.6.1 Indikationen:

Eine Indikation zur perkutanen Dilatationstracheotomie besteht vor allem dann, wenn eine absehbare langfristige Beatmung des Patienten (in der Regel ab 7.-10. Intubationstag) erforderlich ist. Hiermit können Larynxschäden durch Langzeitintubation vermieden werden. Ein Weaning ist durch den geringeren Atemwegswiderstand und einen geringeren Analgosedierungsbedarf leichter möglich. Durch den Einsatz von Sprechkanülen ist eine Kommunikation erleichtert. Des Weiteren lässt sich eine verbesserte Pflege des Mund-, Nasen- und Rachenbereichs durchführen und auch die Bronchialtoilette ist deutlich erleichtert.

1.6.2 Kontraindikationen:

Eine schwierige oder pathologische Anatomie der Halsweichteile kann zu einem vermehrten Auftreten von Fehlpunktionen, Blutungen und Punktionskomplikationen führen. Hierzu zählen ein nicht tastbarer Ringknorpel und/oder Tracheavorderwand, eingeschränkte Palpations- oder Punktionsmöglichkeiten durch prätracheale Raumforderungen wie z.B.: ausgeprägte Strumen, Tumoren, Hämatome und Lymphome. Ein kurzer, adipöser Hals erschwert die Darstellung der Strukturen und die Punktion. Eine instabile Halswirbelsäulenfraktur beziehungsweise eine anatomisch bedingt nicht reklinierbare Halswirbelsäule ermöglicht keine ausreichende Reklination des Halses. Ebenso ein palpatorisch, beziehungsweise sonographisch nachgewiesener hochstehender Truncus brachiocephalicus stellen Kontraindikationen dar.

Eine absolute Kontraindikation ist die akute Atemnot mit vitaler Bedrohung infolge eines verlegten Atemweges, die Koniotomie wäre die Methode der Wahl.

Bei einer fehlenden Tracheoskopie-Möglichkeit besteht keine optische Kontrolle der Punktionsstelle, mögliche Verletzungen der Tracheahinterwand, Blutungen und Knorpeldislokationen können daher nicht gesehen werden. Bei vorliegenden Infektionen der Halsweichteile besteht die Indikation zur offen chirurgischen

Tracheotomie gegebenenfalls mit einer Sanierung des Infektionsherdes, da sonst die Gefahr einer Ausbreitung der Infektion mit nachfolgenden Komplikationen wie zum Beispiel einer Abszedierung, Mediastinitis oder Sepsis besteht. Bei nichtkorrigierbaren Gerinnungsstörungen besteht die Gefahr unkontrollierbarer Blutungen. Bei einer vorliegenden Trachealstenose oder Tracheomalazie ist eine offen chirurgische Tracheotomie mit gegebenenfalls trachealchirurgischen Maßnahmen erforderlich. Liegt die Notwendigkeit eines dauerhaften Tracheostomas aufgrund der Grunderkrankung vor, sollte eine offen chirurgische Tracheotomie mit Bildung eines primär epithelialisierten Tracheostomas erfolgen, um problemlose Kanülenwechsel zu ermöglichen.

1.7 Kontraindikationen zur Durchführung einer perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop nach Klemm (TED)

Kontraindikationen zur Durchführung der perkutanen Dilatationstracheotomie sind Spontanatmung, Notfalltracheotomie, Kindertracheotomie (unter 16 Jahren), ein hochgradiger gastroösophagealer Reflux, instabile Halswirbelsäulenfrakturen, anatomische Besonderheiten welche eine Punktion beziehungsweise Palpation erschweren, Tracheomalazie, ausgeprägter kurzer und adipöser Hals, nicht korrigierbare Blutgerinnungsstörungen, Entzündungen im Bereich des Halses, Zustand nach Strahlentherapie und Neck dissection, im Rahmen der Grunderkrankung zu erwartende neurologische Defizite wie Schluckstörung, Aspirationsneigung und Rekurrensparesen.

Anzumerken ist, dass die Sicherung des Atemweges bei einer perkutanen Dilatationstracheotomie oberste Priorität hat und der Einsatz des Tracheotomie-Endoskopes eindeutige Vorzüge in dieser Richtung aufweist. Die Kontraindikationen sind daher als relativ zu betrachten und individuell abzuwägen.

1.8 Frühkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie

1.8.1 Blutungen

Das Spektrum der Blutungen reicht von leichtgradigen Sickerblutungen aus dem Dilatationskanal bis hin zu schweren unstillbaren Blutungen aus Schilddrüsengewebe oder kleinen Arterien und Venen aus dem prätrachealen Raum (Polderman et al. 2003, Gwilym und Cooney 2004). Shlugman et al. beschreibt eine massive arterielle Blutung während der Dilatationstracheotomie im Zusammenhang mit einer aberrant verlaufenden Anatomie der Arterien und einem Zustand nach Schilddrüsenoperation (Shlugman et al. 2003). In einer Studie von 497 durchgeführten Dilatationstracheotomien traten in 4,8 % der Fälle schwere Blutungen auf (Muhammad et al. 2000). Des Weiteren besteht eine massive Blutungsgefahr durch Arrosion des Truncus brachiocephalicus. Diese ist eine seltene (<1 %) jedoch schwere Komplikation mit potentiell letalem Ausgang. Sie tritt in der Regel 3 Tage bis 4 Wochen nach einer perkutanen Dilatationstracheotomie auf. Ursachen hierfür sind Drucknekrosen durch einen zu hohen Cuff-Druck, traumatische Verletzungen der Trachealmukosa im Rahmen der Tracheotomie, zu tiefe Punktion, zurückliegende Bestrahlung und prolongierte Intubation im Vorfeld (Ayoub und Griffiths 2007, Hürter et al. 2000, Jamal-Eddine et al. 2008, Grant et al. 2006, Cohen et al. 2008, Zehlicke et al. 2007, Fawcett et al. 2010).

1.8.2 Trachealspangenfraktur mit oder ohne Dislokation

Typisch ist eine vertikale Fraktur mit oder ohne Beteiligung der angrenzenden Trachealringknorpel (Walz und Schmidt 1999). Van Heurn fand bei 11 von 12 Patienten im Rahmen einer Autopsie eine Fraktur von einem oder mehreren Trachealringknorpeln nach perkutaner Dilatationstracheotomie (van Heurn et al. 1996). In 25 % der Fälle stellte Byhahn et al. eine Fraktur fest und in 30 % der Fälle Ambesh et al. (Byhahn et al. 2000, Ambesh et al. 2002). Durch Scherrer et al. wird ein Fall beschrieben in dem es nach doppelter Fraktur des 2. Trachealringes zu einer Dislokation eines Frakturstückes in den rechten Hauptbronchus kam (Scherrer et al. 2004). Verknöcherungen des zentralen Anteils der Trachealspangen stellen die bedeutendste Disposition für Spangenbrüche im Rahmen der Durchführung einer perkutanen Dilatationstracheotomie dar. Die histologische Untersuchung der

Mittelstücke der 2./3. Trachealspange von 103 Patienten der internistischen und operativen Intensivmedizin bei notwendig gewordener Tracheotomie zeigte bei nur 25 % der Fälle eine normale Struktur hyalinen Knorpels. Bei 26 % der Fälle fand sich eine kompakte und spongiöse Knochenstruktur (Haroske 2012)

1.8.3 Fehlpunktionen

Fehlpunktionen können eine Reihe von Komplikationen, wie Blutungen, Pneumothorax, Pneumomediastinum und Halsemphysem verursachen. Durch eine Punktion unterhalb des 4. Trachealringes erhöht sich das Risiko für eine massive Blutung insbesondere aus dem Truncus brachiocephalicus. Bei Punktionen auf Höhe des Ringknorpels kommt es zu einer Risikoerhöhung für die Entstehung einer Trachealstenose (Christenson et al. 2008). Eine Untersuchung durch Walz und Schmidt ergab eine Fehlpunktion oberhalb des 1. Trachealringes in 7 und unterhalb des 4. Trachealringes in 3 von 42 Fällen (Walz und Schmidt 1999).

1.8.4 Läsion des Bronchoskops/Cuff

Läsionen von Bronchoskop und Cuff können durch die Punktionsnadel hervorgerufen werden (Cobean et al. 1996).

1.8.5 Dislokation des Seldinger-Führungsdrahtes, unbeabsichtigte Extubation im Rahmen des Zurückziehens des Endotrachealtubus

Es kann durch einen Verlust des gesicherten Atemweges oder durch Entstehung einer insuffizienten Beatmung sehr schnell ein Atemwegsnotfall bei Nichtgelingen einer Re- beziehungsweise Umintubation resultieren (Rieger 2006, Klemm und Nowak 2012).

1.8.6 Reaktionen auf nicht bestehende kontinuierliche Beatmung

Hierdurch besteht die Gefahr einer CO₂Retention mit erheblicher Störung des Säure-Basen-Haushaltes (Reilly et al. 1995).

1.8.7 Emphysem

Ursache für ein subkutanes bzw. mediastinales Emphysem ist ein Entweichen von Luft über die Punktionsstelle an der anterioren Trachealwand, über Läsionen der Tracheahinterwand und der dislozierten Trachealkanüle mit Fensterung (Kaylie und

Wax 2002, Matsuura et al. 2008, Lin et al. 2005, See und Wong 2005, Fikkers et al. 2004, Welte et al. 1999). Die Inzidenz für ein subkutanes Emphysem liegt bei 1,4 % (Fikkers et al. 2004).

1.8.8 Pneumoperitoneum

Fraipont et al beschreiben in einem Einzelfall ein nach einer perkutanen Dilatationstracheotomie entstandenes Pneumoperitoneum mit hieraus resultierendem intraabdominellem Kompartmentsyndrom durch die gravierende intraabdominelle Druckerhöhung (Fraipont et al. 1999).

1.8.9 Schwellung der Trachea

Durch Druck und Reibung der Trachealkanüle an der Schleimhaut der Trachea können Schleimhautschwellungen auftreten. Hieraus können paroxysmal auftretende Ventilationsprobleme resultieren (Polderman et al. 2003).

1.8.10 Läsion der Tracheahinterwand

Hierdurch können weitere Komplikationen wie ein Mediastinalemphysem, eine Mediastinitis, ein Pneumothorax, eine tracheoösophageale Fistel oder auch eine Trachealstenose entstehen (Delank et al. 2002). Die Inzidenzen variierten von 0 % bis zu 12,5 % (Beiderlinden et al. 2002, Trottier et al. 1999).

1.8.11 Tracheoösophageale Fistel

Das Entstehen einer Fistel zwischen Ösophagus und Trachea ist eine relativ seltene Komplikation von weniger als 1 % (Reed und Mathisen 2003). Hierbei handelt es sich um eine iatrogen verursachte Komplikation durch eine Verletzung der Tracheahinterwand während der perkutanen Dilatationstracheotomie oder eine durch einen erhöhten Cuff-Druck verursachte Nekrose (Epstein 2005).

1.8.12 Pneumothorax

Die Genese des Pneumothorax ist nicht sicher geklärt. Vermutet wird ein erhöhter Beatmungsdruck bei klassischer Beatmung aufgrund der artifiziellen Trachealstenose während des Punktionsvorganges. Es resultiert eine Überdehnung der Lunge bei einem Missverhältnis von kleinem Tubus und flexibel eingeführtem Endoskop mit Verhinderung des passiven Rückstroms der Atemluft (Klemm und Nowak 2012). Eine

weitere Erklärung der Genese des Pneumothorax ist eine Verletzung der Pleura visceralis. Ursachen hierfür können eine Fehlpunktion lateral der Trachea, eine Punktion der hinteren Trachealwand mit nachfolgender Punktion der Pleura sein. Das Risiko für einen Pneumothorax erhöht sich bei Patienten mit einer COPD, da hier die Pleurakuppel im Vergleich zu gesunden Patienten höher steht (Fikkers et al. 2004).

1.8.13 Stomainfektion

Infektionen am Stoma treten im Vergleich zur offen chirurgischen Tracheotomie seltener auf. Als Ursache hierfür wird aufgrund der Dilatation die straffe Abdichtung des Punktionskanales um die Trachealkanüle und die insgesamt kleinere Wundfläche benannt (Higgins und Punthakee 2007, Meininger et al. 2011).

1.9 Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie

1.9.1 Trachealstenose

Eine Trachealstenose kann auf Höhe des Stomas, infrastomal oder suprastomal liegen. Ursachen für die Ausbildung einer Stenose können zu hoch angelegte Tracheotomien mit Verletzung des Ringknorpels, Wundinfektionen, mechanische Irritationen, Trachealspangenfrakturen im Rahmen der Dilatationstracheotomie, Cuffdruck und Traumatisierung im Rahmen von Kanülenwechseln sein (van Heurn et al. 1996, Norwood et al. 2000, Walz et al. 1998).

Es gibt bisher keine Daten in der Literatur, die ein vermehrtes Auftreten von Trachealstenosen nach perkutaner Dilatationstracheotomie nachweisen (Koscielny und Guntinas-Lichius 2009)

Tabelle 1 Trachealstenosen nach PDT in verschiedenen OP-Techniken

Autoren	Patientenzahl	PDT-Technik	Anzahl der Stenosen in %	Kontrollzeit	Kontrollart
Ciaglia und Graniero 1992	p165 f52	PDT Ciaglia Einzeldilatoren	0	8 Jahre	Röntgen-Trachea Lungenfunktionsdiagnostik Patientenbefragung
Fischler et al. 1995	p 39 f 16	PDT	1,12 (Schwellung)	2 Monate	Patientenbefragung Endoskopie Laryngotracheoskopie (10 Pat.)
van Heurn et al. 1996	p 123 f 80	PDT Ciaglia Einzeldilatoren	2	16 Monate	CT Hals
Treu et al. 1997	p 112 f 41	PDT	0	k.A.	Hausarztbefragung
Law et al. 1997	p 109 f 41	PDT Ciaglia Einzeldilatoren	10: 10%ige Stenose 7,3: 30%ige Stenose 2,4:>40%ige Stenose	6 Monate	Patientenfragebogen Hausarztbefragung Lungenfunktionsdiagnostik Laryngotracheoskopie
Rosenbower et al. 1998	p 95 f 55	PDT Ciaglia Einzeldilatoren	2	12 Monate	Telefoninterview Laryngotracheoskopie bei 9 Patienten
Heuer und Deller 1998	p 195 f 132	PDT Ciaglia I	5 (1 Patient mit klinisch relevanter Stenose)	19-49 Tage nach Dekanülierung	Laryngotracheoskopie Röntgen-Thorax
Walz et al. 1998	p 326 f 106	PDT Ciaglia I	43,4 subklinische Stenose 1 klinische Stenose	6 Monate	Röntgen-Thorax Klinische Symptome
Leonard et al. 1999	p 80 f 49	GWDF Griggs	1	6 Monate	Patientenfragebogen (39Pat.) Lungenfunktionsdiagnostik (13 Pat.) Laryngotracheoskopie (10 Pat.)
Norwood et al. 2000	p 422 f 100	PDT Ciaglia Einzeldilatoren	21: Stenose < 26% asymptomatisch 8,3: Stenose 26-50% (2 Patienten symptomatisch) 2 : > 50%	3-80 Monate	Patientenbefragung CT-Hals Endoskopie
Steele et al. 2000	p 25 f 25	GWDF Griggs	0	6 Monate	Patientenfragebogen CT Hals
Escarment et al. 2000	p 162 f 81	GWDF Griggs	4,9	3 Monate	Laryngotracheoskopie
Dollner et al. 2002	p 60 f 32	GWDF Griggs	37,5: Stenose >10% 6,2: Stenose >25%	11-23 Monate	Telefoninterview Hausarztbefragung Laryngotracheoskopie
Hommerich et al. 2002	p 160 f15	TLT Fantoni	14: klinisch nicht relevant	6 Monate	Patientenfragebogen Flexible Laryngotracheoskopie
Gambale et al. 2003	p 181 f 83	PDT	1,2: Stenose <25% klinisch nicht relevant 1,2: Stenose klinisch relevant	8 Monate	Telefoninterview HNO Untersuchung (11 Pat.)
Kost 2005	p 500 f 310 f 60	PDT Ciaglia I/II	0	k.A.	Patientenbefragung CT Hals (14 Pat.)
Higgins et al. 2009	p 207 f 16	PDT	0	7,2-11,1 Monate	Patientenbefragung HNO Untersuchung Laryngotracheoskopie

Patientenanzahl p = Gesamtanzahl der tracheotomierten Patienten, f = Anzahl der Patienten im follow up, Kontrollzeit = Zeitraum nach welchem das follow up erfolgte bezogen auf die Dilatationstracheotomie beziehungsweise in der Tabelle extra erwähnt auf die Dekanülierung, Methodik der Kontrolle = angegebene Methodik mit welcher follow up erfolgte

1.9.2 komplette Obliteration der Trachea

Hierzu findet sich in der Literatur ein Fallbericht. Ursächlich für eine Atresie wird in diesem Fall eine postoperative Stomainfektion, eine Fraktur von einer oder mehreren Trachealspangen und ein möglicher kompletter Abriss der Trachea auf Höhe des Stoma-Levels im Rahmen der hier durchgeführten 2. Dilatationstracheotomie diskutiert (Klussmann et al. 2001).

1.9.3 iatrogene Kehlkopfschädigung

In der Literatur findet sich ein Fallbericht, in welchem durch eine schwere anatomische Desorientierung des Operateurs bei Ausführung der perkutanen Dilatationstracheotomie über dem Zungenbein eine totale Zerreißung der Kehlkopfstrukturen resultierte (Klemm und Nowak 2012)

1.9.4 Tracheomalazie

Ursächlich hierfür ist eine Ischämie oder Verletzung der Trachea gefolgt von Entzündungen und Nekrosen der Trachealspangen (Wood und Mathisen 1991, Sue und Susanto 2003, Feist et al. 1975).

Infolge der Tracheomalazie kann es zu einem Kollaps der Trachea kommen. (Epstein 2005).

1.9.5 Dysphagie

Beschrieben werden als Ursache für eine Dysphagie die Herabsetzung des Schwellenwertes der Sensibilität zur Auslösung des Schluckreflexes, eine reduzierte Stimmlippen-Adduktion sowie ein unkontinuierlicher Schluckreflex (Sasaki et al. 1977). Aufgrund einer Inaktivitätsatrophie der pharyngealen und laryngealen Muskulatur können Nahrungsrückstände im Pharynxbereich resultieren (Goldsmith 2000).

1.9.6 Stimmstörungen

Stimmstörungen können aus einer vorbestehenden Verletzung durch die orotracheale Intubation und nachfolgend durch eine tracheotomiebedingte Superinfektion resultieren (Whited 1984). Tubusbedingte Druckläsionen können zu Schäden an den Stimmlippen führen. Die Schädigungen reichen von Elastizitätsveränderungen der Stimmlippen bis hin zu glottischen und subglottischen

Stenosen. Aus tubusbedingten Ulcerationen an den Stimmlippen können sich Vernarbungen der Stimmlippen, Intubationsgranulome und bei korrespondierenden Verletzungen Synechien bilden (Benjamin 1993). Im Rahmen der Intubation kann eine Luxation des Aryknorpels entstehen (Rieger et al. 1996). Eine druckläsionsbedingte Parese des N. laryngeus recurrens kann bei subglottisch liegendem Tubuscuff auftreten (Tesei et al. 2006). Eine weitere Ursache ist eine zu hoch angelegte Tracheotomie (van Heurn et al. 1996).

1.9.7 Blutungen

Blutungen können entstehen durch eine kanülenbedingte Arrosion der Gefäße. Gefürchtet sind Gefäßarrosionen am Truncus brachiocephalicus mit letalen Verläufen (Gilbey 2012).

1.9.8 Infektionen

Die Häufigkeit von Infektionen ist gering insbesondere im Vergleich zur offen chirurgischen Tracheotomie (Delaney et al. 2006, Koscielny et al. 2009).

1.9.9 Persistierende tracheokutane Fistel

Eine persistierende tracheokutane Fistel tritt vor allem bei einem zeitlichen Abstand zwischen Tracheotomie und Dekanülierung von mehreren Monaten auf. Diese Komplikation tritt auch im Rahmen einer offen chirurgischen Tracheotomie auf und ist somit nicht bevorzugt vergesellschaftet mit Dilatationstracheotomien (Van Heurn et al. 1996, Wood und Mathisen 1991, Winkler 1996).

2. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit

Zielsetzung der Arbeit ist die Analyse von Spätschäden nach perkutaner Tracheotomie unter Anwendung eines starren Tracheotomie-Endoskopes ab 6 Monaten nach der Tracheotomie im Rahmen einer prospektiven multizentrischen Studie.

3. Methodik

Dieser Arbeit liegen die Daten aller Patienten zugrunde, bei welchen im Zeitraum von August 2006 bis Januar 2010 im Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt, Klinikum Chemnitz, Carl Thiem-Klinikum Cottbus und im Klinikum Ernst von Bergmann Potsdam eine perkutane Dilatationstracheotomie unter Anwendung eines starren Tracheotomie-Endoskops im Rahmen einer multizentrischen Studie durchgeführt wurde. Der Nachbeobachtungszeitraum lag in einem Intervall von 6 bis 33 Monaten postoperativ.

Eine Zustimmung der Ethikkommission der sächsischen Landesärztekammer wurde vor Beginn der Untersuchung eingeholt. Bei nicht einwilligungsfähigen Patienten wurde präoperativ die Zustimmung im Rahmen eines Betreuungsverfahrens dokumentiert. Die Daten wurden aus den Studienprotokollen und bei Bedarf zur Ergänzung aus den originalen Krankenakten entnommen und durch ein standardisiertes Telefoninterview erfasst.

3.1 Patientenkollektiv

Insgesamt erfolgte in o.g. Zeitraum bei 180 Patienten eine perkutane Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop. Es wurden 114 männliche Patienten (63,3 %) und 66 weibliche Patienten (36,7 %) in die Studie eingeschlossen. In die Nachbeobachtung konnten 51 Patienten eingeschlossen werden. Die Nachbeobachtung erfolgte mittels HNO-Untersuchung sowie durch ein standardisiertes Telefoninterview. In der Nachbeobachtungsgruppe mit HNO-Untersuchung lag die Geschlechtsverteilung der Patienten vergleichbar zur Gesamtgruppe bei männlich zu weiblich bei 9 (75 %) zu 3 (25 %) und in der Telefoninterviewgruppe bei 28 (72 %) zu 11 (28 %). Das mittlere Alter der Patienten betrug 63,96 +/- 14,74 Jahre in der Gesamtgruppe (19 bis 85 Jahre, Median 67 Jahre), männliche Patienten 60,65 +/- 14,50 Jahre (19 bis 85 Jahre), weibliche Patienten 69,68 +/- 13,48 Jahre (23 bis 86 Jahre). In der Nachbeobachtungsgruppe HNO-Untersuchung lag das mittlere Alter der Patienten bei 56,25 +/-15,88 Jahre (25 bis 75 Jahre, Median 65 Jahre), in der Telefoninterviewgruppe bei 57,92 +/-14,92 Jahre (23 bis 84 Jahre, Median 59 Jahre).

3.2 OP-Technik der perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop

Es erfolgte bei allen PDT mit TED ein standardisiertes Vorgehen nach Empfehlung von Klemm 2006, es kamen zwei Endoskoptypen zum Einsatz:

1. TED Firma Carl Rainer GmbH Wien
2. TED Firma Carl Storz GmbH Tuttlingen (s.Abb.1)

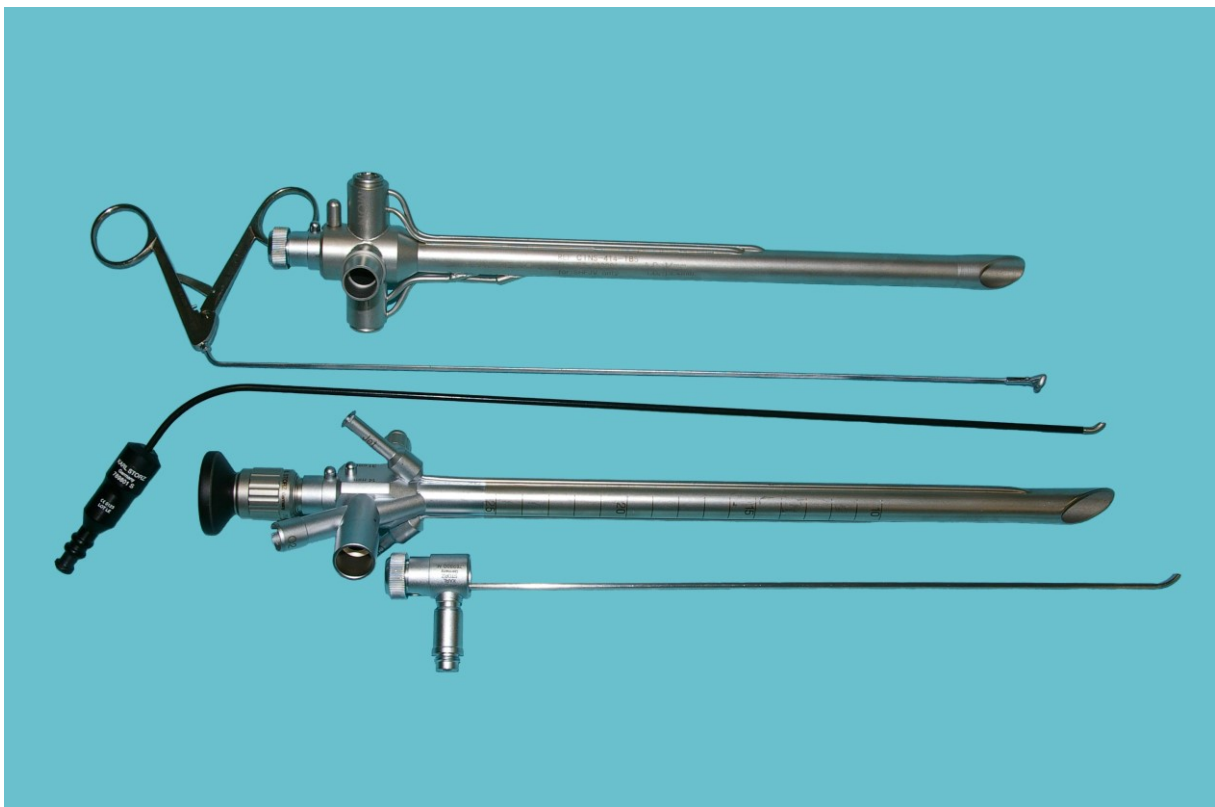


Abbildung 1 starre Tracheotomie-Endoskope (oben TED Firma Carl Rainer GmbH Wien, unten TED Firma Carl Storz GmbH Tuttlingen)

1. Einführung des starren Tracheotomie-Endoskops

Nach Anlage eines Zahnschutzes, Reinigung des Mund-Rachen-Raums und Desinfektion des äußeren Halses erfolgt die Einführung des Endoskops bis zum Larynxeingang. Hiernach erfolgt die Entblockung des liegenden Beatmungstubus. Simultan wird nun durch den Endoskopiker der Beatmungstubus zurückgezogen und das Endoskops durch den Larynx in die Trachea eingeführt.

2. Anschluss der vorgesehenen Beatmung durch den Anästhesisten

Es erfolgt der Anschluss der durch den Anästhesisten vorgesehenen Beatmung (IPPV oder JET). Hierdurch wird während des gesamten Eingriffs eine optimale Beatmung des Patienten gewährleistet.

3. Darstellung der inneren Anatomie

Es erfolgt die Inspektion der Trachea durch den Endoskopiker mit Identifikation der wichtigen anatomischen Strukturen (Ringknorpel, 1.-4.Trachealspange). Des Weiteren wird auf anatomische Besonderheiten wie eine Verlagerung der Trachea oder eine Pulsation geachtet.

4. Diaphanoskopie und Punktion

Die Diaphanoskopie wird mit einem speziell gebogenem Diaphanoskopiastab der Firma Karl Storz GmbH Tuttlingen zwischen 2. und 4. Trachealspange durchgeführt. Durch den Operateur wird nun, unter endoskopischer Kontrolle, die Punktion im Zentrum des Lichtkegels vorgenommen. Nach endoskopisch kontrollierter, korrekter Lage der Punktionsnadel erfolgt die Einführung eines Seldinger-Drahtes.

5. Bougierung

Es erfolgt, unter kontinuierlicher Beatmung, die Bougierung von außen mittels Fertigset zur perkutanen Dilatationstracheotomie. Jedes Fertigset konnte zum Einsatz kommen.

6. Kanülierung

Es erfolgt der Einsatz der Trachealkanüle. Nach Blockung und Fixierung der Trachealkanüle wird die Beatmung auf diese umgestellt. Hiernach wird eine Kontrolle der Beatmungsparameter durch den Anästhesisten durchgeführt.

7. Inspektion von Kehlkopf und Trachea, Kontrolle des Zahnstatus

Im Rahmen des langsamen Rückzuges des Endoskops wird unter kontinuierlicher Sicht auf mögliche pathologischer Veränderungen, insbesondere mögliche Dislokationen von Trachealspangen oder Blutungen der Trachea und des Larynx geachtet.

Es erfolgt gegebenenfalls eine sofortige endoskopische Spangenabtragung und Blutstillung. Abschließend wird eine Kontrolle des Zahnstatus durchgeführt.

Die Indikation zur perkutanen Dilatationstracheotomie wurde gestellt wenn unter Berücksichtigung der Kontraindikationen eine langfristige aber absehbare Beatmung des Patienten erforderlich war. Auch prophylaktische perkutane Dilatationstracheotomien vor HNO-chirurgischen oder kieferchirurgischen Eingriffen wurden einbezogen.

Kontraindikationen (nach Festlegung für alle Studienzentren) waren:

- Anatomische Besonderheiten:
 - ein nicht tastbarer Ringknorpel und/oder Trachealvorderwand
 - prätracheale Raumforderungen
 - ein sehr kurzer, adipöser Hals, mit erschwerter Palpation der Trachea, Larynxtiefstand
 - Kontraindikationen für eine Reklination des Halses
 - ein palpatorisch, sonographisch oder endoskopisch nachgewiesener hochstehender Truncus brachiocephalicus
- akute Atemnot mit vitaler Bedrohung
- Infektionen der Halsweichteile
- nichtkorrigierbare Gerinnungsstörungen
- Trachealstenose/Tracheomalazie
- auf Grund des Grundleidens erkennbare Notwendigkeit eines dauerhaften Tracheostomas

3.3 Studienprotokoll (Anlage des Originals im Anhang 8.1)

Im Studienprotokoll zur Beobachtungsstudie perkutane Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop wurden folgende Sachverhalte protokolliert:

- allgemeine Angaben: Datum der Tracheotomie, Patienteninitialen, Alter des Patienten, Geschlecht des Patienten
- biometrische Daten: Größe und Gewicht der Patienten, BMI, Halsumfang des Patienten auf Höhe des Ringknorpels, crico-sternaler Abstand bei

Lagerung zur Tracheotomie, Einteilung nach Cormack und Lehane in Grad I-IV

- anamnestische Daten: Tracheotomieindikation, Ersttracheotomie/Re-Tracheotomie, Grunderkrankung, wesentliche Begleiterkrankungen, Gesamtbeatmungszeit bis zur Tracheotomie
- Angaben zur Operation: PDT-Verfahren (Blue Rhino, Percu-Twist, TLT, GWDF), Art der Beatmung während der Tracheotomie (Beatmungstracheoskopie, Jet-Ventilation), anatomische Besonderheiten, Besonderheiten bei der Endoskopeinführung, durchführende Fachgebiete und Stand der Erfahrung (PDT-Erfahrung/Erfahrung PDT mit TED) der Operateure unterteilt in PDT-Ausführenden und Endoskopiker, Höhe der PDT, Blockspangenbildung, Beurteilung des Diaphanoskopieeffektes, Beurteilung der Bougierung, Beurteilung des präoperativen Zustandes von Larynx und Trachea, Zahnstatus präoperativ, Zahnschäden durch Tracheotomieendoskop, Beurteilung der Kreislaufstabilität und der Beatmung perioperativ, OP-Zeit, erforderliche Anzahl der Punktionen, Einschätzung der Vor- und Nachteile der Methode, Art der verwendeten Trachealkanüle in Bezug auf vorhandene Stufenbildung.
- Beatmungsparameter präoperativ und postoperativ: Tidalvolumen (TV), Atemfrequenz (f), maximaler Inspirationsdruck (PIP), positiver endexpiratorischer Druck (PEEP), Verhältnis von Inspirationszeit zu Expirationszeit (I:E-Verhältnis), Inspiratorische Sauerstofffraktion (FIO₂), endexpiratorische CO₂-Konzentration (ETCO₂), Beatmungsmodus, Blutgasanalysen
- perioperative Komplikationen jeweils protokolliert während der Phase der Punktion und Führungsdrahtinsertion, der Dilatation, der Kanüleninsertion: Blutungen (Stärke der Blutung, Ort der Blutung, Therapie der Blutung), Knorpelverletzung (Therapie erforderlich, endoskopische Resektion erfolgt), Verletzung der Tracheahinterwand, Pneumothorax, besondere Vorkommnisse (wie Mediastinalverletzung, Führungsdrahtabbruch, Abbruch der PDT, Cuffruptur, Tod des Patienten), Narkosekomplikationen, Sättigungsabfall.

3.4 Patienten-Fragebogen (Anlage des Originals im Anhang 8.2)

Es wurde ein Fragebogen entwickelt, anhand dessen die Patienten eine persönliche subjektive Einschätzung ihres aktuellen Zustandes vornehmen sollten und nachfolgend spezielle Fragen gestellt wurden, welche gezielt zur Filterung eventueller Spätkomplikationen dienten.

Der erste Teil des Fragebogens enthielt Fragen zum Einverständnis zum Interview, dem aktuellen allgemeinen Befinden, aktuellen Problemen, ob eine gesetzliche Betreuung vorliegt, ob das Tracheostoma verschlossen ist, ob Probleme mit dem Tracheostoma im Verlauf aufgetreten sind, ob der Patient verstorben ist und wenn ja: wann, wo und ob ein Zusammenhang mit der durchgeführten Tracheotomie bekannt ist (Interview der näheren Angehörigen).

Im zweiten Teil wurden symptomspezifische Fragen bezüglich möglicher Spätkomplikationen gestellt. Die Möglichkeit einer Trachealstenose wurde anhand von Fragen bezüglich vorhandener Ruhedyspnoe, Belastungsdyspnoe, inspiratorischem und expiratorischem Stridor und ob ein bekanntes Asthma bronchiale vorliegt, erhoben. Es wurde nach Dysphagie und Dysphonie, Blutungskomplikationen und Entzündungen am Tracheostoma gefragt. Des Weiteren wurde eruiert ob Probleme beim Kanülenwechsel auftraten, ein operativer Verschluss des Tracheostomas erforderlich war, eine erneute Tracheotomie im Verlauf erfolgen musste und ob bezüglich des Tracheostomas eine Behandlung durch einen HNO-Facharzt oder im Krankenhaus erforderlich war. Der gesamte Fragebogen konnte in einem angemessenen Zeitrahmen von 10-15 Minuten beantwortet werden. Das Interview wurde bewusst in reiner deutscher Sprache geführt unter Weglassung lateinischer oder medizinischer Fachbegriffe. Die eigene Person wurde mit Name, Anschrift und Fachgebiet am Telefon vorgestellt. Die Bereitswilligkeit der Auskunft wurde betont, der Zusammenhang mit einer wissenschaftlichen medizinischen Untersuchung zuvor dargelegt. Die Patienten befanden sich in 29 verschiedenen Wohnorten in 3 Bundesländern. Aufgrund dieser räumlichen Entfernung der Patienten zum Klinikum Dresden-Friedrichstadt und aufgrund des teilweise durch die Grunderkrankung schwierigen Gesundheitszustandes konnte in der Studie keine Einbestellung zur konsequenten Nachuntersuchung erfolgen.

3.5 Auswertung

Die Erhebung und Auswertung der Daten erfolgte mittels Excel Version 14.2.0 (Microsoft) und SPSS Version 21 (IBM).

Die graphische Darstellung erfolgte mittels Excel und Word Version 14.2.0 (Microsoft)

4. Ergebnisse

4.1 Allgemeine Daten zum Patientenkollektiv

In 4 Studienzentren wurden in einer prospektiven Beobachtungsstudie in einem Zeitraum vom 17.08.2006 bis zum 28.01.2010 insgesamt 180 Patienten eingeschlossen. Als frühester retrospektiver Nachbeobachtungszeitraum wurde ein Abstand von 6 Monaten zur PDT mit TED gesetzt, der Nachbeobachtungszeitraum betrug 6 bis 33 Monate. 53 Patienten konnten nachbeobachtet werden (n= 53, 29 %). Bei 14 Patienten erfolgten HNO-Untersuchungen (n= 14, 8 %). Bei 39 Patienten erfolgte ein Telefoninterview (n= 39, 21 %). Aus der Nachbeobachtungsgruppe mussten 2 Patienten ausgeschlossen werden, da bei diesen eine Retracheotomie innerhalb von 6 Monaten erfolgen musste. Die Indikationen für die Re-Tracheotomie waren prolongierte Beatmung bei Pneumonie und massive postradiogene Ödeme bei Zustand nach Radiatio bei Larynxkarzinom. In beiden Fällen war die vorherige PDT mit TED nicht ursächlich für die erfolgte Retracheotomie. Von den 180 in die Studie eingeschlossenen Patienten waren 27 bis zur Krankenhausentlassung und 16 bis zum Nachbeobachtungszeitraum verstorben, 78 Patienten konnten für die Nachbefragung nicht erreicht werden und 6 Patienten lehnten das Telefoninterview ab (Abbildung 2). Die Todesursachen sind in Tabelle 2 dargestellt. Ein Zusammenhang mit der PDT nach TED bestand nicht. Die Patienten verstarben an anderen Erkrankungen und nicht an Folgen der PDT mit TED.

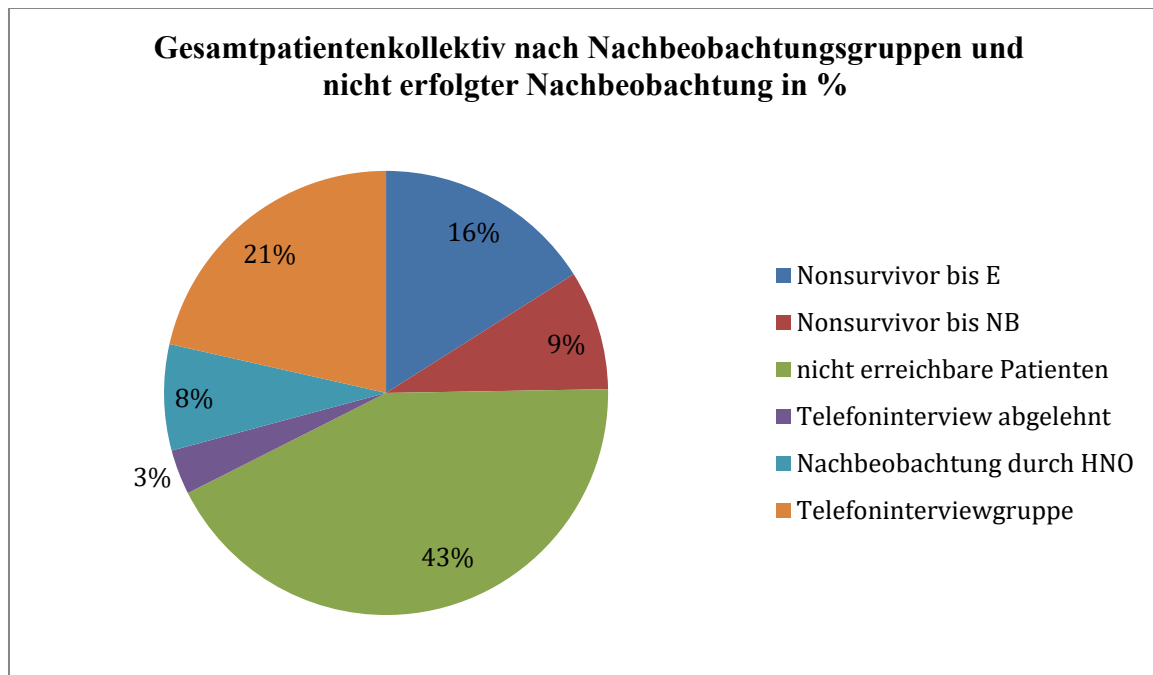


Abbildung 2 Aufschlüsselung des Gesamtpatientenkollektiv nach Nachbeobachtungsgruppen und nicht erfolgter Nachbeobachtung in %

Nonsurvivor bis E = verstorbene Patienten bis zur Krankenhausentlassung; Nonsurvivor bis NB = verstorbene Patienten bis zum Nachbeobachtungszeitpunkt; Nachbeobachtung durch HNO = Nachbeobachtung durch HNO-Untersuchung erfolgt; Telefoninterviewgruppe = Nachkontrolle durch Telefonevaluation erfolgt

Tabelle 2 Todesursachen

Todesursache	n	%
Pneumonie	13	30,2
Multiorganversagen	12	27,9
Sepsis	12	27,9
Palliativ-Situation bei Karzinom	2	4,7
Apoplex	1	2,3
Ischämische Kolitis	1	2,3
Kardiogener Schock	1	2,3
Bronchusblutung bei Rezidivkarzinom	1	2,3

Es wurden 114 männliche Patienten (63 %) und 66 weibliche Patienten (37 %) in die Studie eingeschlossen. In der Nachbeobachtungsgruppe HNO lag die Geschlechtsverteilung der Patienten vergleichbar zur Gesamtgruppe bei männlich zu weiblich bei 9 (75 %) zu 3 (25 %) und in der Telefoninterviewgruppe bei 28 (72 %) zu 11 (28 %). Das mittlere Alter der Patienten betrug 63,96 +/- 14,74 Jahre in der Gesamtgruppe (19 bis 85 Jahre), männliche Patienten 60,65 +/- 14,50 Jahre (19 bis 85 Jahre), weibliche Patienten 69,68 +/- 13,48 Jahre (23 bis 86 Jahre). In der Nachbeobachtungsgruppe HNO lag das mittlere Alter der Patienten bei 56,25 +/- 15,88 Jahre (25 bis 75 Jahre), in der Telefoninterviewgruppe bei 57,92 +/- 14,92 Jahre (23 bis 84 Jahre). Im Vergleich sind die nachbeobachteten Patienten deutlich jünger als die Patienten in der Gesamtgruppe.

4.2 Biometrische Daten der Patienten

Die biometrischen Daten sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Daten bezüglich der direkten Laryngoskopie waren in der Gesamtstudie für einen Patienten fehlend, in den Nachbeobachtungsgruppen lagen die Daten für alle Patienten vor.

Tabelle 3 biometrische Daten der Patientenkollektive

Parameter	Gesamt	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
Anzahl n (%)	180 (100)	12 (100)	39 (100)
Größe (Mean, SD)	170,02 +/- 8,74	172,36 +/- 6,19	172,64 +/- 9,08
Gewicht (Mean, SD)	77,09 +/- 15,04	76,91 +/- 15,27	80,07 +/- 16,64
BMI (Mean, SD)	26,66 +/- 5,00	25,85 +/- 4,69	26,85 +/- 5,38
Halsumfang (Mean, SD)	43,11 +/- 5,29	44,14 +/- 5,95	42,54 +/- 5,02
CSA (Mean, SD)	4,41 +/- 1,77	4,27 +/- 2,04	5,08 +/- 1,48
Direkte Laryngoskopie n (%)			
I	104 (58,1)	6 (50,0)	17 (43,6)
II	66 (36,9)	4 (33,3)	18 (46,2)
III	8 (4,5)	1 (8,3)	4 (10,2)
IV	1 (0,6)	1 (8,3)	0 (0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview i.R der Nachbeobachtung; Größe in cm; Gewicht in kg; BMI = Body Mass Index in kg/m²; Halsumfang in Höhe des Cricoids in cm; Crico-sternaler Abstand bei überstrecktem Kopf in cm; direkte Laryngoskopie = direkte Laryngoskopie nach der Klassifikation Cormack und Lehane I-IV;

4.3 Grunderkrankung, Tracheotomieindikation und Begleiterkrankungen

Die Grundkrankheiten der Patienten sind in Tabelle 5 dargestellt. Diese sind bedingt durch die unterschiedliche medizinische Ausrichtung der einzelnen Zentren breit gefächert. Die Indikation zur PDT mit TED wurde in der Gesamtgruppe bei 152 Patienten (84 %) aus intensivmedizinischen Gründen bei prolongierter maschineller Beatmung und bei 28 Patienten (16 %) aus primär HNO-ärztlicher Indikation ohne vorherige maschinelle Beatmung gestellt. In der Nachbeobachtungsgruppe HNO wurde bei 8 Patienten (67 %) die Indikation aus intensivmedizinischen Gründen und bei 4 Patienten (33 %) aus primär HNO-ärztlicher Sicht gestellt, in der Telefoninterviewgruppe bei 29 Patienten (74 %) die Indikation aus intensivmedizinischen Gründen und bei 10 Patienten (26 %) aus primär HNO-ärztlicher Sicht. Zusätzliche erfasste Begleiterkrankungen zum Zeitpunkt der PDT mit TED waren arterielle Hypertonie, COPD, Immunsuppression, Stoffwechselerkrankungen und Gerinnungsabweichung von Normalwerten des jeweiligen Zentrums. Die Daten sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 Begleiterkrankungen der Patientenkollektive

Begleiterkrankung	Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
Hypertonus	78 (43,8)	6 (50)	11 (28,2)
COPD	33 (18,5)	3 (25)	3 (7,7)
Immunsuppression	8 (4,4)	0 (0)	1 (2,6)
Stoffwechselerkrankung	51 (31,5)	7 (16,7)	2 (18,0)
Gerinnungsstörung	8 (4,4)	0 (0)	0 (0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview i.R der Nachbeobachtung; Begleiterkrankungen = Immunsuppression, Stoffwechselerkrankungen, Hypertonus, COPD, Gerinnungsabweichung

Tabelle 5 Grundkrankheiten der Patientenkollektive

Grundkrankheit	PDT Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
Akute Pankreatitis	4 (2,2)	0 (0)	1 (2,6)
Akuter Myokardinfarkt	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)
Pneumonie	37 (20,6)	2 (16,7)	2 (5,1)
Dekompensierte Herzinsuffizienz	4 (2,2)	1 (8,3)	0 (0)
Karzinom im Pharynx/Larynx	28 (15,6)	4 (33,3)	10 (25,6)
Exazerbierte COPD	3 (1,7)	0 (0)	1 (2,6)
Gastrointestinale Blutung	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Hämorrhagischer Schock	2 (1,1)	0 (0)	2 (5,1)
Intracraniale Blutung	6 (3,3)	0 (0)	0 (0)
Ileus	2 (1,1)	0 (0)	1 (2,6)
Osteomyelitis bei Z.n. kardiochirurgischer OP	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)
respiratorische Insuffizienz bei Z.n. kardiochirurgischer OP	14 (7,8)	2 (16,7)	0 (0)
Magenkarzinom mit Z.n. Gastrektomie	2 (1,1)	0 (0)	1 (2,6)
Morbus Crohn	1 (0,6)	0 (0)	1 (2,6)
Mediastinitis	2 (1,1)	0 (0)	1 (2,6)
Intracranieller Tumor Z.n. neurochirurgischer OP	2 (1,1)	0 (0)	1 (2,6)
Morphinintoxikation	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Ösophaguskarzinom	6 (3,3)	1 (8,3)	1 (2,6)
Pankreaskarzinom Z.n. OP	2 (1,1)	1 (8,3)	1 (2,6)
Peritonitis	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)
Polytrauma	4 (2,2)	0 (0)	3 (7,7)
Sepsis	20 (11,1)	1 (8,3)	6 (15,4)
Schädel-Hirn-Trauma	13 (7,2)	0 (0)	1 (2,6)
Subarachnoidalblutung	5 (2,8)	0 (0)	2 (5,1)
Subduralhämatom Z.n. OP	2 (1,1)	0 (0)	1 (2,6)
Cerebrales Aneurysma	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Thoraxtrauma	1 (0,6)	0 (0)	1 (2,6)
Urosepsis	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)
Z.n. kardiopulmonaler Reanimation	2 (1,1)	0 (0)	2 (5,1)
Intracraniale Malformation Z.n. OP	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Respiratorische Insuffizienz bei Z.n. Carotis TEA	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Z.n. Thyreoidektomie	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Passagere Aspiration	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)
Hypoxischer Hirnschaden	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)
Multiinfarktsyndrom	1 (0,6)	0 (0)	0 (0)

4.4 Präoperative Intubationstage, Tubusgrößen, Vorschäden an Larynx und Trachea

Durchschnittlich waren die Patienten in der Gesamtgruppe, unter Ausschluss der Patienten bei welchen eine präoperative Atemwegssicherung ohne vorige Intubation erfolgte, 11,64 +/- 5,36 Tage intubiert (3 bis 33). Vergleichbar betrug die durchschnittliche Intubationsdauer in der Nachbeobachtungsgruppe HNO 13,57 +/- 5,97 Tage (7 bis 20), in der Telefoninterviewgruppe 10,07 +/- 5,80 Tage (3 bis 26). Die Daten sind für 2 Patienten in der Gesamtstudie fehlend, für keinen Patienten in den Nachbeobachtungsgruppen. Der Tubeninnendurchmesser betrug in der Gesamtgruppe für Männer 8,19 +/- 0,39 mm, für Frauen 7,60 +/- 0,41 mm. Die mittlere verwendete Tubengröße ist signifikant kleiner bei Frauen als bei Männern. In der Nachbeobachtungsgruppe HNO betrug die mittlere verwendete Tubusgröße 8,21 +/- 0,49 mm in der Telefoninterviewgruppe 8,14 +/- 0,50 mm. Eine geschlechtsspezifische Aufschlüsselung ist aufgrund der Gruppengröße nicht sinnvoll. Bei 4 Patienten der Nachbeobachtungsgruppe HNO und bei 10 Patienten der Telefoninterviewgruppe erfolgte die PDT mit TED ohne vorherig bestehende Intubation bei primär HNO ärztlicher Indikation, im Rahmen einer Tumoroperation. Die einzelnen verwendeten Tubengrößen sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 Tubusgrößen der Nachbeobachtungsgruppen

Tubusgrößen	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
	n (%)	n (%)
7	1 (12,5)	0 (0)
7,5	1 (12,5)	8 (27,6)
8	3 (37,5)	8 (27,6)
8,5	2 (25,0)	10 (34,5)
9	1 (12,5)	3 (10,4)

Tubusgröße = Innendurchmesser in mm; Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Intraoperativ wurden am Larynx Ödeme, Entzündungen, Stimmlippenerosionen, Fibrinbeläge, Schleimhautläsionen und Granulome als Vorschädigungen erfasst. Die einzelnen erhobenen Vorschäden sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7 Vorschädigung am Larynx durch prolongierte Intubation

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
Larynxvorschaden	n (%)	n (%)
Ödem	1 (8,3)	3 (7,7)
Entzündung	0 (0)	1 (2,6)
Stimmlippenerosion	0 (0)	0 (0)
Fibrinbelag	0 (0)	0 (0)
Schleimhauterosion	0 (0)	0 (0)
Granulom	0 (0)	0 (0)
Unauffälliger Befund	11 (91,7)	35 (89,7)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Als Vorschäden der Trachea wurden Ödeme, Fibrinbeläge, Entzündungen und Ulcerationen erfasst. Die einzelnen erhobenen Vorschäden sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8 Vorschädigung an Trachea durch prolongierte Intubation

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
Tracheavorschaden	n (%)	n (%)
Ödem	1 (8,3)	0 (0)
Fibrinbelag	0 (0)	0 (0)
Entzündung	3 (25,0)	12 (30,8)
Ulceration	0 (0)	0 (0)
Entzündung und Fibrinbelag	1 (8,3)	1 (2,6)
Entzündung und Ödem	2 (16,7)	0 (0)
Unauffälliger Befund	5 (66,7)	26 (66,7)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

4.5 Tracheotomieverfahren, Höhe der Tracheotomie, anatomische Besonderheiten, Blockspangenbildung, Art der Trachealkanüle

In der Gesamtstudie kamen die PDT-Verfahren mit Blue Rhino-Technik nach Ciaglia bei 97 % der Patienten und nach Griggs bei 3 % der Patienten zur Anwendung. Keine Anwendung fanden die PDT-Techniken nach Frova und Fantoni. Alle 12 Patienten (100 %) der Nachbeobachtungsgruppe HNO wurden mit dem PDT-Verfahren in Blue Rhino-Technik nach Ciaglia tracheotomiert. In der Telefoninterviewgruppe erfolgte bei 1 Patient (2,56 %) die Tracheotomie nach Griggs. Die Höhe der Tracheotomie wurde bezogen auf die Trachealspangen der Trachea. Der häufigste Punktionsort lag zwischen der 2.-3. Trachealspange mit 8 Patienten (67 %) in der Nachbeobachtungsgruppe HNO und 29 Patienten (74 %) in der Telefoninterviewgruppe. Die Häufigkeiten der Punktionsorte sind vergleichbar mit der Gesamtstudie, auch hier lag der häufigste Punktionsort zwischen 2.-3. Trachealspange (n= 112, 64 %). Die Häufigkeitsverteilung der Punktionsorte ist im Vergleich in Abbildung 3 dargestellt.

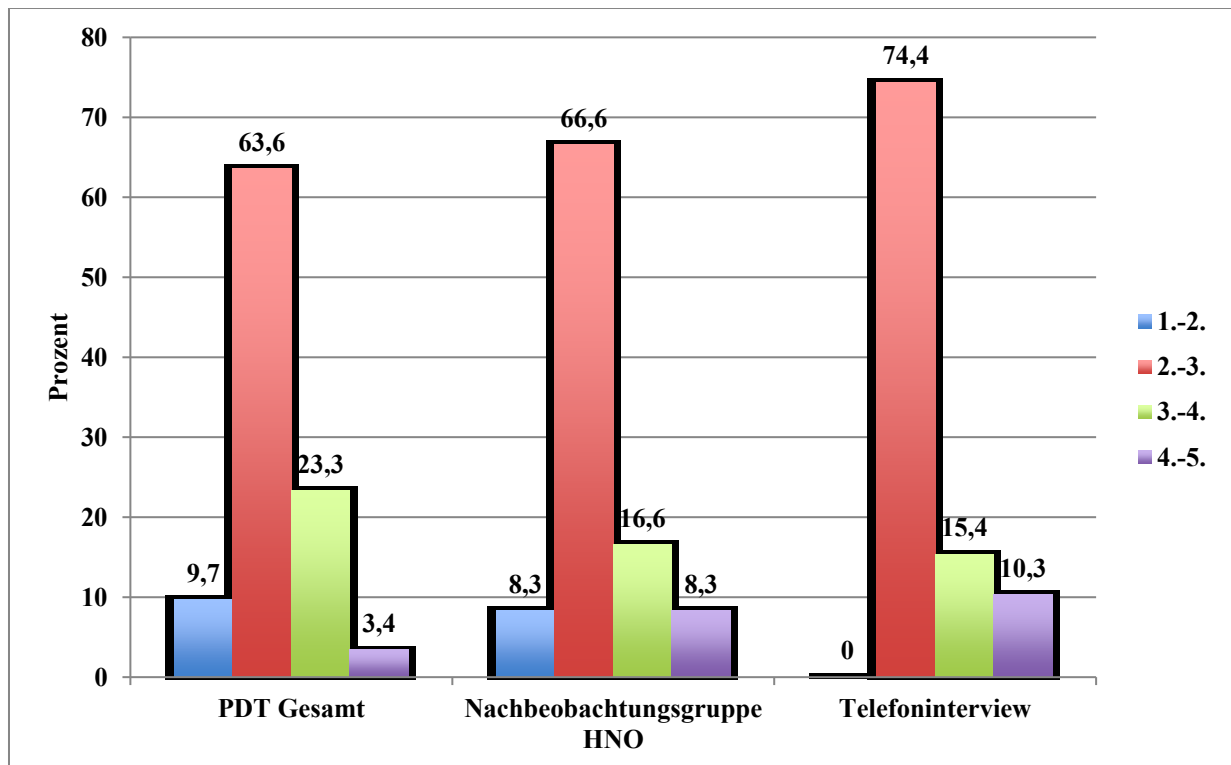


Abbildung 3 Häufigkeiten der Punktionsorte bezogen auf die Trachealspangen

Begründungen für Punktionen außerhalb des regulären Punktionsortes lagen in anatomischen Besonderheiten am Punktionsort. Für 12 Patienten in der Gesamtgruppe lagen keine Daten bezüglich einer Blockspangenbildung vor. Die erfassten anatomischen Besonderheiten der Patienten, der Gesamtgruppe als auch der Nachbeobachtungsgruppen, sind in Tabelle 9 dargestellt. Insgesamt lagen in der Gesamtgruppe bei 58 Patienten (32 %) anatomische Besonderheiten vor. Es wurden anatomische Besonderheiten sowohl der äußeren als auch der inneren Anatomie dokumentiert.

Tabelle 9 Anatomische Besonderheiten der Patienten bei PDT mit TED

Anatomische Besonderheit	PDT Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
Hals	20(11,2)	2(16,7)	3(7,7)
Kurzer Hals	14(7,8)	1(8,3)	2(5,1)
Kräftiger adipöser Hals	2(1,1)	1(8,3)	0(0)
Geringer CSA	4(2,2)	0(0)	1(2,6)
Trachea	14(7,8)	2(16,6)	1(2,6)
Blockspangenbildung	18(10,1)	0(0)	4(10,2)
Tracheale Ossifikation	3(1,7)	0(0)	0(0)
Tracheale Voroperation	2(1,1)	1(8,3)	0(0)
Lateralisation der Trachea	3(1,7)	0(0)	1(2,6)
Veränderung der Trachea	3(1,7)	0(0)	0(0)
Schilddrüse	9(5,0)	0(0)	1(2,6)
Halsbindegewebe	7(3,9)	0(0)	3(7,7)
Veränderungen am Larynx	5(2,8)	0(0)	2(5,1)
HWS-Veränderung	2(1,1)	0(0)	2(5,1)

Schilddrüse=Struma, Schilddrüsenknoten, Tracheaverlagerung durch Struma; Halsbindegewebe = Bindegewebeveränderung durch Narbenbildung, Z.n. Radiatio, Bindegewebeödem nach Trauma; Larynx = Lateralisation der Larynx, kleiner Larynx, Raumforderung im Larynx; HWS = Veränderung der Halswirbelsäule bei Z.n. Operation, bei Mb. Bechterew; Prozentangabe bezogen auf die jeweiligen Gruppen; ° = data not available für 12 Patienten

Als Trachealkanülen wurden Kanülen mit und ohne Stufenbildung zwischen Trachealkanüle und Dilatator verwendet. Für 16 Patienten (8,9 %) in der Gesamtgruppe lagen keine Daten vor, für die Nachbeobachtungsgruppen waren alle Daten vorliegend. Die Daten sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10 Verwendete Punktionssets und Trachealkanülen bezogen auf eine vorliegende Stufenbildung

Trachealkanüle	PDT Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
mit Stufenbildung	107(59,4)	9(75,0)	19(48,7)
ohne Stufenbildung	57(31,6)	3(25,0)	20(51,3)
Data not available	16(8,9)	0(0)	0(0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

4.6 Trachealspangenfrakturen, Therapie der Trachealspangenfrakturen, Verletzung der Trachealhinterwand

Die Häufigkeiten der Trachealspangenfrakturen und deren Therapie sind in Tabelle 11 und 12 dargestellt. Bei 2 Patienten (12 %) in der Gesamtstudie blieb die Resektion bei fehlendem geeignetem Instrumentarium erfolglos. Diese Patienten befinden sich nicht in den Nachbeobachtungsgruppen (Tabelle 12).

Tabelle 11 Trachealspangenfrakturen PDT Gesamt und Nachbeobachtungsgruppen

Trachealspangen- frakturen	PDT Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
No Data available	6 (3,3)	0(0)	0(0)
Ja	30 (16,7)	2 (16,6)	3 (7,7)
Nein	144 (80,0)	10 (83,4)	36 (92,3)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Tabelle 12 Therapie der Trachealspangenfrakturen

Therapie	PDT Gesamt n (%)	Nachbeobachtung HNO n (%)	Telefoninterview n (%)
Keine Therapie erforderlich	13 (43,3)	1 (50)	1 (33,3)
Endoskopische Resektion	15 (50,0)	1 (50)	2 (66,7)
Endoskopische Resektion nicht erfolgreich	2 (6,7)	0 (0)	0(0)

Endoskopische Resektion nicht erfolgreich = erfolglose endoskopische Resektion bei fehlendem geeignetem Instrumentarium (Fasszange zu klein); Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Verletzungen der Tracheahinterwand traten bei 2 Patienten in der Gesamtstudie auf (Tabelle 13). Hierbei kam es einerseits zu einer Verletzung durch ein Abrutschen der Punktionsnadel unterhalb der Lippe des Endoskops bei erschwertem Auffinden der Punktionsstelle und andererseits zu einer Schleimhautarrosion bei Abgleiten des Dilatators in den linken Hauptbronchus bei sehr kurzer Trachea.

Tabelle 13**Verletzungen der Tracheahinterwand**

	PDT Gesamt	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
	n (%)	n (%)	n (%)
No Data available	7 (4,0)	0 (0)	1 (2,6)
Verletzung der Tracheahinterwand	2 (1,1)	0 (0)	0 (0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

4.7 Spätkomplikationen nach PDT mit TED

Dyspnoe konnte bei 4 Patienten (10 %) in der Telefoninterviewgruppe erhoben werden. Alle 4 Patienten waren männlich. Bei allen 4 Patienten erfolgte die Tracheotomie zwischen der 2.-3. Trachealspange. Alle 4 Patienten wurden mit Blue Rhino-Technik nach Ciaglia tracheotomiert. Bei keinem der Patienten lag eine Vorschädigung des Larynx vor. Bei 2 Patienten bestand eine Entzündung der Tracheaschleimhaut zum Zeitpunkt der PDT nach TED. Bei allen 4 Patienten war das Tracheostoma spontan verschlossen, ein operativer Verschluss war nicht erfolgt. Bei keinem Patienten in der Nachbeobachtungsgruppe HNO wurde eine Dyspnoe erhoben. Zur genaueren Verifizierung der Atemstörung erfolgte die Unterteilung in Ruhedyspnoe, Belastungsdyspnoe und inspiratorischen beziehungsweise expiratorischen Stridor. Zwei Patienten berichteten über Ruhedyspnoe. Alle 4 Patienten gaben Belastungsdyspnoe an. Bei 2 Patienten lag sowohl ein inspiratorischer als auch ein expiratorischer Stridor vor. Bei einem dieser beiden Patienten besteht ein Zustand nach Radiatio bei Larynxkarzinom und hiernach resultierenden supraglottischen Ödemen. Die Indikation zur Tracheotomie wurde hier zur Atemwegssicherung vor Tumoroperation gestellt. Der zweite Patient hat das Angebot einer Untersuchung und weiterführenden Diagnostik bezüglich der Dyspnoe abgelehnt. Dieser Patient ist der einzige von allen 4 Patienten, bei dem es intraoperativ zu einer Trachealspangenfraktur gekommen ist, welche endoskopisch abgetragen wurde. Zum Zeitpunkt der PDT mit TED bestand bei diesem Patienten eine Entzündung der Tracheaschleimhaut und der Patient war 9 Tage intubiert, die Tubusgröße betrug 7,5. Bei einem Patienten ist die Dyspnoe durch eine bekannte

COPD bedingt. Dieser Patient berichtete über Belastungsdyspnoe ohne inspiratorischen oder expiratorischen Stridor. Die Ergebnisse sind in Tabelle 14, 15 und 16 dargestellt.

Tabelle 14 Dyspnoe Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview	Gesamt
Dyspnoe	n (%)	n (%)	n (%)
Ja	0 (0)	4 (10,3)	4 (7,8)
nein	12 (100)	35 (89,7)	47 (92,2)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Tabelle 15 Dyspnoe Aufschlüsselung nach Gruppen und Atemstörung

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview
	n (%)	n (%)
Dyspnoe	0 (0)	4 (10,3)
Belastungsdyspnoe	0 (0)	4 (10,3)
Ruhedyspnoe	0 (0)	2 (5,1)
Inspiratorischer Stridor	0 (0)	2 (5,1)
Expiratorischer Stridor	0 (0)	2 (5,1)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Tabelle 16 Charakteristika der Patienten mit Dyspnoe

	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4
Dyspnoe	+	+	+	+
Ruhedyspnoe	+	-	+	-
Belastungsdyspnoe	+	+	+	+
Inspiratorischer Stridor	+	-	+	-
Expiratorischer Stridor	+	-	+	-
PDT nach TED Indikation	1	1	2	1
Grundkrankheit	Ileus	Gastrointestinales Karzinom	Oropharynxkarzinom	COPD
Begleiterkrankung	-	-	-	-
Intubationstage	9	14	0	8
Tubusgröße	7,5	9	-	8,5
Vorschaden Larynx	-	-	-	-
Vorschaden Trachea	+	+	-	-
Technik	1	1	1	1
Trachealkanüle	1	1	2	1
Lokalisation der PDT mit TED	2.-3.	2.-3.	2.-3.	2.-3.
Trachealspangenfraktur	+	-	-	-
Endoskopische Resektion	+	-	-	-

+ = vorliegend; - = nicht vorliegend, Indikation PDT nach TED 1=intensivmedizinische Indikation bei prolongierter Beatmung 2=präoperative Atemwegssicherung vor HNO chirurgischem Eingriff; Intubationstage = Tage von der Intubation bis zum Zeitpunkt der PDT mit TED; Tubusgröße = Innendurchmesser der Tuben in mm, Vorschaden an Trachea + = bei beiden Patienten lag eine Entzündung der Tracheaschleimhaut vor - = keine Vorschädigung vorliegend; Technik 1 = Blue Rhino-Technik nach Ciaglia; Trachealkanüle 1 = ohne Stufenbildung 2 = mit Stufenbildung, Lokalisation der PDT mit TED = bezogen auf die Trachealspangen

Aspirationsneigung trat in der Nachbeobachtungsgruppe HNO bei keinem Patienten auf. In der Telefoninterviewgruppe berichtete 1 männlicher Patient (4 %) seit der Tracheotomie bei unachtsamen Essen zu Aspiration zu neigen, anamnestisch liegt seither kein Zustand nach einer Aspirationspneumonie vor. Die PDT mit TED-Indikation wurde aus intensivmedizinischen Gründen bei prolongierter Beatmung bei Sepsis bedingt durch eine Vier-Quadranten-Peritonitis unklarer Genese gestellt und erfolgte am 11. Intubationstag, die Tubusgröße lag bei 8,5 mm. Die PDT mit TED erfolgte mit Blue Rhino-Technik nach Ciaglia, es wurde eine Trachealkanüle ohne Stufenbildung verwendet. Eine Vorschädigung des Larynx oder der Trachea lagen nicht vor. Im Rahmen der PDT mit TED kam es zu keiner Trachealspangenfraktur. Es wurden im Studienprotokoll keine Besonderheiten im Rahmen der PDT mit TED vermerkt. Zum Zeitpunkt der Evaluation war das Tracheostoma verschlossen, ein operativer Verschluss erfolgte nicht.

Dysphonie im Sinne einer Heiserkeit bestand in der Nachbeobachtungsgruppe HNO bei 1 Patienten (8 %), bei diesem Patienten besteht ein Zustand nach Larynxteilresektion bei Larynxkarzinom. In der Telefoninterviewgruppe berichteten 2 Patienten (5 %) über eine Dysphonie im Sinne einer Heiserkeit. Bei einem Patienten bestand ebenfalls ein Zustand nach Larynxteilresektion bei Larynxkarzinom. Der 2. Patient lehnte eine weiterführende Untersuchung und Diagnostik ab. Die Daten sind in Tabelle 17 dargestellt. Alle Patienten waren männlich. Bei allen Patienten war das Tracheostoma zum Zeitpunkt der Evaluation verschlossen, bei einem der drei Patienten war ein operativer Verschluss erfolgt. Weitere Charakteristika der Patienten mit Dysphonie sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 17 Dysphonie Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview	Gesamt
Dysphonie	n (%)	n (%)	n (%)
Ja	1 (8,3)	2 (5,1)	3 (5,9)
Nein	11 (91,7)	37 (94,9)	48 (94,1)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Tabelle 18**Charakteristika der Patienten mit Dysphonie**

	Patient 1	Patient 2	Patient 3
Dysphonie	+	+	+
PDT nach TED-Indikation	2	1	2
Grundkrankheit	Larynxkarzinom	Ileus	Larynxkarzinom
Begleiterkrankung	-	-	-
Intubationstage	0	9	0
Tubusgröße	-	7,5	-
Vorschaden Larynx	-	-	-
Vorschaden Trachea	-	+	-
Technik	1	1	1
Trachealkanüle	1	1	2
Lokalisation der PDT mit TED	2.-3.	2.-3.	3.-4.
Trachealspangenfraktur	-	+	-
Endoskopische Resektion	-	+	-

+ = vorliegend; - = nicht vorliegend, Indikation PDT nach TED 1=intensivmedizinische Indikation bei prolongierter Beatmung 2=präoperative Atemwegssicherung vor HNO chirurgischem Eingriff; Intubationstage = Tage von der Intubation bis zum Zeitpunkt der PDT mit TED; Tubusgröße = Innendurchmesser der Tuben in mm, Vorschaden an Trachea + = Entzündung der Tracheaschleimhaut - = keine Vorschädigung vorliegend; Technik 1 = Blue Rhino-Technik nach Ciaglia; Trachealkanüle 1 = ohne Stufenbildung 2 = mit Stufenbildung, Lokalisation der PDT mit TED = bezogen auf die Trachealspangen

Bei keinem Patienten der Nachbeobachtungsgruppen traten Blutungsereignisse auf. Entzündungen am Tracheostoma traten in der Nachbeobachtungsgruppe HNO bei 1 Patienten (8 %) auf. Es handelte sich um ein Erysipel am Tracheostoma 21 Monate nach PDT mit TED. Das Tracheostoma war zu diesem Zeitpunkt nicht verschlossen. Bei dem Patienten erfolgte die PDT mit TED zur präoperativen Atemwegssicherung bei Hypopharynxkarzinom. Ein Verschluss des Tracheostomas war aufgrund

postradiogenem supraglottischem Ödem nicht möglich. Als in der Evaluierung nicht definierte Probleme traten bei dem Patienten Granulationsbildungen am Tracheostoma auf. Die PDT mit TED erfolgte nach der Blue Rhino-Technik nach Ciaglia. Es wurde eine Trachealkanüle mit Stufenbildung verwendet. Die Höhe der Tracheotomie lag zwischen der 2.-3. Trachealspange. Im Rahmen der PDT mit TED wurden keine Besonderheiten vermerkt. Es lag ein Normalbefund des Larynx und der Trachea vor.

In der Telefoninterviewgruppe trat bei keinem Patienten eine Entzündung am Tracheostoma auf (Tabelle 19).

Tabelle 19 Entzündungen des Tracheostomas Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview	Gesamt
Entzündung	n (%)	n (%)	n (%)
Ja	1 (8,3)	0 (0)	1 (2,0)
nein	11 (91,7)	39 (100)	50 (98,0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Probleme beim Wechsel der Trachealkanüle traten bei keinem Patienten in den Nachbeobachtungsgruppen auf.

Eine Dekanülierung konnte bei 11 Patienten (91,7 %) der Nachbeobachtungsgruppe HNO und bei 39 Patienten (100 %) der Telefoninterviewgruppe erfolgen (Tabelle 20). Bei 1 Patienten (8,3 %) konnte zum Zeitpunkt der Evaluation bisher keine Dekanülierung erfolgen. Ursächlich hierfür waren supraglottische Ödeme bei Zustand nach Radiatio bei Hypopharynxkarzinom. In der Nachbeobachtungsgruppe HNO lag die mittlere Dauer von der PTD mit TED bis zur Dekanülierung bei 76,5 +/- 48,8 Tagen (11 bis 274). In der Telefoninterviewgruppe lag die mittlere Dauer bis zur Dekanülierung bei 35,8 +/- 32,9 Tagen (5 bis 179). Ein operativer Verschluss erfolgte bei 1 Patienten (9,1 %) in der Nachbeobachtungsgruppe HNO und bei 1 Patienten

(2,7 %) in der Telefoninterviewgruppe (Tabelle 21). Die Zeit bis zur Dekanülierung betrug 179 Tage und 274 Tage. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Patienten ohne operativen Verschluss und mit operativem Verschluss in Bezug auf die Dauer in Tagen bis zur Dekanülierung ($p=0,0174$).

Tabelle 20 Dekanülierung Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview	Gesamt
Dekanülierung	n (%)	n (%)	n (%)
Ja	11 (91,7)	39 (100)	50 (98,0)
Nein	1 (8,3)	0 (0)	1 (2,0)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Tabelle 21 Operativer Verschluss Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

	Nachbeobachtung HNO	Telefoninterview	Gesamt
Operativer Verschluss	n (%)	n (%)	n (%)
Ja	1 (8,3)	1 (2,7)	2 (3,9)
Nein	11 (91,7)	38 (97,4)	49 (96,1)

Nachbeobachtung HNO = Patientengruppe bei welcher HNO Nachuntersuchungen erfolgten; Telefoninterview = Patientengruppe bei welcher ein Telefoninterview im Rahmen der Nachbeobachtung erfolgte

Bei insgesamt 4 Patienten in der Nachbeobachtungsgruppe HNO erfolgte eine Re-Tracheotomie. 2 Patienten von diesen wurden aus der Nachbeobachtungsgruppe ausgeschlossen, da die Re-Tracheotomie vor dem festgelegten

Evaluierungszeitraum von mindestens 6 Monaten erfolgte. Die Re-Tracheotomien erfolgten bei diesen beiden Patienten einmal aufgrund einer prolongierten Beatmung bei Pneumonie und aufgrund ausgedehnter postradiogener Ödeme bei Zustand nach Radiatio bei Larynxkarzinom im zweiten Fall. In beiden Fällen fand sich im Rahmen der offen chirurgischen Tracheotomie kein Anhalt für eine Trachealstenose. Die 2 eingeschlossenen Patienten (16 %) in der Nachbeobachtungsgruppe HNO wurden nach 9 beziehungsweise 10 Monaten offen chirurgisch erneut tracheotomiert. Bei beiden Patienten fand sich intraoperativ keine Trachealstenose. Die Indikationen zur Re-Tracheotomie bestanden aufgrund eines Tumorrezidivs und einer Subarachnoidalblutung bei Zustand nach Treppensturz.

5. Diskussion

5.1 Eigene Ergebnisse im Vergleich zur Literatur

Die Tracheotomie ist eine unverzichtbare Methode zur Sicherung des Atemweges bei laryngealer Atemwegsobstruktion und zur Vermeidung von laryngealen Schäden bei Langzeitintubation. Beschrieben werden Infektionen, Ulcera, eine verlängerte Entwöhnungsphase vom Respirator sowie Schäden an Stimmbändern und Kehlkopf (Durbin 2010, Westphal et al. 1999, Westphal 2002, Klemm und Nowak 2012, Vollrath 2012, Heuer et al. 1998). 1955 wird von Sheldon die erste perkutane dilatative Tracheotomie beschrieben. Sie wird als sicher durchzuführende Methode beschrieben, bei welcher auf eine Dissektion des Halses mit Darstellung der Trachea verzichtet werden kann (Sheldon et al. 1955). Die deutliche Zunahme von langzeitbeatmeten Patienten aufgrund des medizinischen Fortschrittes der Intensivmedizin hat zu einem deutlichen Anstieg der Tracheotomien geführt. Hieraus resultierte eine Entwicklung unterschiedlicher perkutaner Dilatationstracheotomiemethoden (Koitschew 2003, Kluge et al. 2008). In der vorliegenden Studie wurde die perkutane Dilatationstracheotomie mit dem starren Tracheotomie-Endoskop durchgeführt. Durch dieses Verfahren wird die Trachea während der gesamten Phasen der Durchführung stabilisiert. Durch die verlängerte hintere Lippe des Endoskops resultiert ein Schutz der Trachealhinterwand vor möglichen Verletzungen. Des Weiteren besteht, im Gegensatz zur perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem flexiblen Endoskop, über den gesamten Zeitraum die Möglichkeit der sofortigen Intervention bei Blutungen oder Dislokationen von Trachealspangen. Es ist eine direkte optische Kontrolle während der gesamten Durchführung gewährleistet und hiermit auch die genaue Festlegung des Punktionsortes. Eine optimale Ventilation des Patienten ist durch die tubusfreie Jetventilation gewährleistet. Eine Schwierigkeit lag in dem follow up der Patienten und der hieraus resultierenden deutlich geringeren Patientenzahl im Vergleich zu allen initial in die Studie eingeschlossenen Patienten.

5.1.1 Trachealstenosen

Das Auftreten von Trachealstenosen ist sowohl nach offen chirurgischen als auch perkutanen Dilatationstracheotomien beschrieben (Heuer und Deller 1998). Eine Einteilung der Trachealstenosen nahmen Myer und Cotton vor. Die Einteilung erfolgt in Grad I bis IV. Grad I liegt bei einer Lumeneinengung von 0 bis 50 %, Grad II von 51 bis 70 %, Grad III von 71 bis 99 % und Grad IV bei 100 % vor (Myer et al. 1994). Stenosierungen entstehen hauptsächlich an drei Regionen des Atemweges. Bei zu hoch angelegter Tracheotomie mit einer hieraus resultierenden Verletzung des Ringknorpels kann es zu einer Ausbildung einer subglottischen Stenose kommen. Diese Verletzungen können eine Eigendynamik entwickeln und bis zu einer Atresie führen (Klussmann et al. 2001, Lim et al. 2007). Des Weiteren entstehen Stenosen in Höhe des Tracheostomas und des Cuffs der Trachealkanülen (Vollrath 2012). Trachealstenosen in Höhe des Cuffs resultieren aus einer ischämischen Schädigung der Trachealschleimhaut, wenn der Cuffdruck den kapillären Perfusionsdruck überschreitet. Aufgrund hieraus resultierender Ulcera kommt es zu einer lokalen Entzündungsreaktion mit Übergreifen auf die Trachealknorpel, ein Stabilitätsverlust der Wand und narbig schrumpfende Strikturen entstehen (Nordin 1977, Bignon und Chretien 1962, Stiles 1965). Stenosen auf Höhe des Stomas können verschiedene Ursachen haben. Sie können verursacht sein durch Granulationen und deren Fibrosierung, Tracheawandinstabilitäten durch Knorpelspannenfrakturen, dislozierte Trachealspannen und durch narbige Schrumpfung des Stomas nach Dekanülierung (Eppstein 2005, Zias et al. 2008).

In unserer Multicenterstudie gaben 7,8 % der nachbeobachteten Patienten bei Befragung eine Dyspnoe an, wobei bei 2 Patienten eine Belastungsdyspnoe ohne inspiratorischen oder expiratorischen Stridor bestand. Bei einem der beiden Patienten ist die Dyspnoe auf eine bekannte COPD zurückzuführen. Der zweite Patient lehnte eine weiterführende Diagnostik ab. Die weiteren 2 Patienten berichteten über Ruhe- und Belastungsdyspnoe mit inspiratorischem und expiratorischem Stridor. Bei einem dieser beiden Patienten besteht ein Zustand nach Radiatio und hiernach resultierenden klinisch gesicherten supraglottischen Ödemen als Ursache für die Dyspnoe. Der zweite Patient mit Ruhe- und Belastungsdyspnoe mit inspiratorischem und expiratorischem Stridor lehnte ebenfalls eine weiterführende Diagnostik bezüglich der Dyspnoe ab, sodass keine

Endoskopie oder bildgebende Diagnostik erfolgte. Bei diesem Patienten kann eine Trachealstenose nicht ausgeschlossen werden. Als prädisponierende Faktoren lag eine intraoperative Trachealspangenfraktur mit Dislokation eines Spangenfragmentes vor, welches zur Prävention einer Trachealstenose intraoperativ endoskopisch abgetragen wurde. Ebenso bestand zum Zeitpunkt der PDT mit TED eine Entzündung der Trachealschleimhaut. Ausgehend von einem Pathomechanismus zur Entstehung einer Trachealstenose durch Destabilisierung der Tracheavorderwand und Destabilisierung durch eine Tracheomalazie der Trachealspangen bei vorliegender persistierender Entzündung kann eine Trachealstenose bei diesem Patienten nicht ausgeschlossen werden. Allerdings erschien bei intensiverer Befragung des Patienten keine Einschränkung im Alltag für den Patienten vorzuliegen. Eine weiterführende Diagnostik wurde von dem Patienten leider abgelehnt. Obwohl die Interview-Methode in der einschlägigen Literatur eine durchaus gebrauchte Methode zur Nachkontrolle ist, muss die vorliegende Studie bezüglich der Diagnostik einer Trachealstenose kritisch betrachtet werden. Eine benigne Trachealstenose lässt sich anhand unserer Untersuchungsparameter nicht ausschließen. Zur genauen Verifizierung wäre eine CT-Diagnostik oder eine Tracheoskopie erforderlich. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass Patienten ohne eine bestehende Symptomatik bei einer CT-Diagnostik einer Strahlenbelastung ausgesetzt werden und es sich bei der Tracheoskopie um eine invasive Methode handelt. Des Weiteren ist eine separate Aufklärung erforderlich. Diese Aspekte mussten bei unseren Überlegungen zur Nachkontrolle beachtet werden. Zusätzlich handelt es sich um ältere Patienten in einem lokal weit verstreuten Gebiet, bedingt durch die Multicenterstudie in 4 großen Kliniken in Potsdam, Cottbus, Dresden und Chemnitz. Es kann nach kritischer Wertung der Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass in dem nachbeobachteten Patientenkollektiv keine Trachealstenosen mit Therapierelevanz vorlagen.

In der Literatur liegen verschiedene Studien bezüglich der Ausbildung einer Trachealstenose nach perkutaner Dilatationstracheotomie vor. Zur Erfassung von diesen wurden verschiedene Methoden verwendet: Patientenbefragungen, endoskopische Untersuchungen der Trachea, Röntgen der Trachea, CT-Diagnostik des Halses und Lungenfunktionsdiagnostik. In den meisten Studien finden sich sehr kleine Anzahlen der nachbeobachteten Patienten, vergleichbar mit unserer Studie. Die Inzidenz von Stenosen reicht von 0 % bis zu 43,4 %. Dies ist auf die

unterschiedlichen Untersuchungsmethoden zurückzuführen, da mit einer radiologischen Diagnostik oder auch einer invasiven Diagnostik im Sinne einer Tracheoskopie auch eine klinisch asymptotische Stenose erhoben werden kann. In der Studie von Kost 2005 findet sich bei einer initialen Patientenanzahl von 500 und im follow-up von 310 keine Trachealstenose; dies ist kritisch zu betrachten, da bei nur insgesamt 14 Patienten im follow-up überhaupt eine CT-Diagnostik erfolgte. Ebenso zeigt sich eine breite Variation im Untersuchungszeitpunkt von zwei Monaten nach perkutaner Dilatationstracheotomie bzw. 19 - 49 Tagen nach Dekanülierung und bis zu 8 Jahren nach perkutaner Dilatationstracheotomie (Kost 2005). In der vorliegenden Studie wurde ein Zeitraum ab 6 Monate nach perkutaner Dilatationstracheotomie gewählt. Ausgehend von einer Ausbildung einer Trachealstenose nach Wochen und Monaten (Klemm et al. 1999), wurde gezielt ein ausreichender Abstand zum Zeitpunkt der perkutanen Dilatationstracheotomie von 6 Monaten gewählt. Die Evaluierung der Patienten erfolgte durch ein Telefoninterview beziehungsweise durch HNO-ärztliche Untersuchungen, entnommen aus dem Original-Studienprotokoll, Epikrisen von Krankenhäusern und Rehakliniken. Die Auswahl der verschiedenen Methoden in der aktuell vorliegenden Literatur zur Determinierung einer Trachealstenose zeigt, dass bisher keine standardisierte Methode existiert. In der Literatur werden klinische Symptome als nicht sensitiv genug beschrieben, um eine Trachealstenose zu diagnostizieren. Dyspnoe und Stridor tritt erst ab einer Trachealstenose ab Grad II nach Myer und Cotton auf. (Stauffer et al. 1981, Streitz und Shapshay 1991, Myer et al. 1994). Lungenfunktionstests eignen sich zur Diagnostik erst ab einem Restdurchmesser des Atemweges von 8 mm und weniger. (Stauffer et al. 1981, Streitz und Shapshay 1991). In anderen Studien erfolgte die Nachuntersuchung der Patienten mittels einer CT-Diagnostik. In einer Studie von van Heurn zeigte sich bei 26 % der Patienten eine per CT gesicherte Trachealstenose, 24 % hatten eine Stenose Grad I und 2 % eine Stenose Grad II-III nach Cotton und Meyer. Alle Patienten waren asymptomatisch. Es fand sich eine Korrelation zwischen dem operativen Erfahrungswert des Operateurs und dem Risiko der Entwicklung einer Trachealstenose (van Heurn et al. 1996). In einer weiteren späteren Studie, basierend auf der Studie von van Heurn, wurde ebenfalls eine CT-Diagnostik der Trachea nach einem medianen Intervall von 21 Monaten (3-80 Monate) durchgeführt. Bei 29,4 % der per CT nachuntersuchten Patienten fand sich eine Stenose Grad I nach Cotton und Myer, wobei 2 Patienten

(2/14) Atembeschwerden angaben, bei diesen lag eine Stenose von 25-50 % vor. Bei einem Patienten zeigte sich eine schwere diffuse Stenose kombiniert mit einer Tracheomalazie. In einer zuvor durchgeführten Befragung gab der Patient keine symptomatischen Beschwerden an. Ein Patient berichtete über Atemprobleme seit der Dekanülierung, im CT zeigte sich ein Normalbefund (Norwood et al. 2000). In der Studie von Walz et al. fand sich bei 41 (40 %) Patienten eine Stenose Grad I und eine Stenosierung ab Grad II bei 4 (3,7 %) Patienten. Bei nur einem Patienten lagen symptomatische Beschwerden vor (Walz et al. 1998). Diese Ergebnisse zeigen die individuelle Breite bezüglich einer vorliegenden Trachealstenose und einer bestehenden klinisch relevanten Symptomatik. Als gute diagnostische Technik erweist sich die Tracheoskopie. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich um eine invasive Methode handelt bei welcher es zu einer kompletten Verlegung des Atemweges bei vorhandener Stenose kommen kann (van Heurn et al. 1996). Eine Durchführung muss allerdings bei jedem Patienten vor einer geplanten Stenoseresektion erfolgen (Mansour et al. 1994). Es wird kontrovers diskutiert, dass Trachealspangenfrakturen zu einer Trachealstenose führen können. Bisher konnte dies jedoch nicht bewiesen werden. Pathohistologische Studien haben gezeigt, dass es mit einer Häufigkeit von 29-92 % zu Trachealspangenfrakturen kommt (Walz und Schmidt 1999, van Heurn et al. 1996). Des Weiteren fanden Walz und Schmidt bei jedem der seziierten 42 Patienten Ulcerationen mit teilweise freiliegender Trachealspange im Bereich der Punktion, jedoch nur bei 10 Patienten Zeichen von zirkumferenten Nekrosen an der Trachealspange. Van Heurn konnte eine Korrelation zwischen der Destruktion der Trachealspangen und der Dauer der Kanülierung nachweisen. Die in der Literatur angegebene Inzidenz von Trachealspangenfrakturen weist eine Breite von 5,3-92 % auf. Als Methoden zur Identifikation von Trachealspangenfrakturen wurden die intraoperative Endoskopie, postoperative Endoskopie und Autopsiebefunde verwendet (Byhahn et al. 2000, Frova und Quintel 2002, Ambesh et al. 2002, Dollner et al. 2002, Higgins et al. 2009, Walz und Schmidt 1999, van Heurn et al. 1996). Die breite Variation der Inzidenz könnte dadurch erklärt werden, dass eine Knorpelspangenfraktur nicht immer sicher flexibel endoskopisch zu erkennen ist. In der Studie von Higgins et al. erfolgte eine Nachbeobachtung der Patienten mit intraoperativ gesicherter Trachealspangenfraktur. Eine Korrelation zwischen Trachealspangenfrakturen und Trachealstenosen lag nicht vor (Higgins et al. 2009). In der vorliegenden Studie traten bei 17 % aller in die Studie

eingeschlossenen Patienten Trachealspangenfrakturen im Rahmen der PDT mit TED auf. In den Nachuntersuchungsgruppen lag die Inzidenz bei 16,6 % beziehungsweise bei 7,7 % (Gesamt 9,8 %). Bei 50 % aller in die Studie eingeschlossenen Patienten erfolgte zur Prävention einer Trachealstenose eine endoskopische Resektion dislozierter Spangenbrüche oder eine Reposition. Es konnte bei 2 Patienten aufgrund technischer Gründe keine Resektion des Trachealspangenfragmentes erfolgen. Diese Patienten befinden sich nicht in dem nachbeobachtetem Patientenkollektiv, sodass keine Aussage bezüglich der potentiellen Entstehung einer späteren Trachealstenose getroffen werden kann. Aufgrund der eindeutigen klinischen Hinweise von Christenson et al. sollte man der Empfehlung von Klemm und Nowak folgen, dislozierte frakturierte Trachealspangen durch endoskopische Resektion oder Reposition sofort zu therapieren (Christenson et al. 2008, Klemm und Nowak 2012). Das starre Tracheotomie-Endoskop erlaubt hier optimale Arbeitsbedingungen einer Soforttherapie, was mit einem flexiblen Endoskop unmöglich ist und weshalb dies unterlassen wird, auf einen Zweiteingriff verschoben oder völlig ignoriert wird. Da eine Trachealstenose über 50 % Lumenreduktion keine Bagatelldiagnose ist, sondern bei schwerer Ausprägung für den Patienten eine völlig eigene negative Dynamik mit erneuter Hospitalisation, Konfrontation mit Operation, Stenting und Intensivmedizin bedeutet, sollten tracheotomiebedingte Spangenbrüche mehr als früher in das Bewusstsein von Anästhesie und Intensivmedizin rücken. Trachealstenosen sind kostenintensive Diagnosen im Falle einer Therapiepflicht.

5.1.2 Dysphagie

In der vorliegenden Studie berichtet ein Patient (2,0 %) seither bei unachtsamen Essen zu Aspirationen zu neigen. Es lag anamnestisch kein Zustand nach Aspirationspneumonie seither vor. Die Dekanülierung war nach 65 Tagen erfolgt. Ursächlich hierfür können verschiedene Änderungen der physiologischen und mechanischen Faktoren des Schluckaktes sein. Insbesondere bei Blockung einer Trachealkanüle resultiert eine Änderung mehrerer physiologischer und mechanischer Faktoren des Schluckaktes. Sasaki et al untersuchten an langzeittracheotomierten Hunden die Auswirkungen auf den Glottisschlussreflex. Es zeigte sich eine Erhöhung des Schwellenwertes zur Auslösung des Reflexes, eine reduzierte Stimm lippen-

Adduktion und ein unkontinuierlicher Reflex (Sasaki et al. 1977). In einer Studie von Shaker et al. wurde die Dauer der Abduktion-Adduktion der Stimmlippen während des Schluckens von Flüssigkeiten beobachtet. Es konnte eine signifikant kürzere Zeit, auch in Abhängigkeit von der Kanülierungsdauer, bei tracheotomierten Patienten nachgewiesen werden. Es bestand eine Reversibilität nach Dekanülierung (Shaker et al. 1995). Zum Zeitpunkt der Befragung des Patienten in unserer Studie war das Tracheostoma des Patienten verschlossen, die Dekanülierung war nach 65 Tagen erfolgt. Des Weiteren resultiert eine Inaktivitätsatrophie, welche zu einer eingeschränkten und verlangsamten Beweglichkeit der pharyngealen und laryngealen Muskulatur führt, sodass es zu Nahrungsrückständen im Pharynxbereich kommen kann. Ebenso kann es zu einer Desensibilisierung der Pharynx- und Larynxschleimhaut kommen. Zusammen mit einem schwachen glottischen Hustenstoß kann hieraus eine Aspiration mit der Gefahr einer Pneumonie resultieren (Goldsmith 2000). Als weitere Ursache wird eine Behinderung der Larynxelation beim Schluckakt aufgrund der Fixierung durch die Trachealkanüle betrachtet (Bonanno 1971). Eine aktuellere Studie hierzu zeigt jedoch keinen Unterschied in der Kehlkopf-zu-Zungenbein-Annäherung während des Schluckaktes bei tracheotomierten Patienten im Vergleich zur nicht-tracheotomierten Kontrollgruppe (Kang et al. 2012). In der Literatur findet sich keine Arbeit in welcher tracheotomierte Patienten nach einem längeren Zeitraum nach Dekanülierung explizit bezüglich einer Schluckstörung untersucht wurden. Der Patient in unserer Studie berichtete, sich vor allem bei unachtsamen Essen zu verschlucken. Als Ursache könnte die oben beschriebene Desensibilisierung der Pharynx- und Larynxschleimhaut als auch eine Atrophie der Pharynxmuskulatur in Frage kommen. Vor allem durch eine Minderung der Sensibilität als auch der Schutzreflexe resultiert bei unachtsamen Essen eine Dysphagie mit Aspirationsgefahr. Bei diesen Patienten sollte an die Einleitung einer logopädischen Therapie zur Verbesserung und Wiederherstellung der Sensibilität und Auslösung des Schluck-, Husten- und Würgereflexes gedacht werden.

5.1.3. Tracheoösophageale Fistel

Die Ausbildung einer tracheoösophagealen Fistel nach Tracheotomie ist eine äußerst seltene Komplikation, mit einer Inzidenz von weniger als 1 % nach Tracheotomie

(Reed und Mathisen 2003, Harley 1972). Sie entstehen entweder durch Verletzung der Tracheahinterwand im Rahmen der Punktion, Dilatation und Insertion oder durch Cuff-bedingte Drucknekrosen (Epstein 2005). Zusätzlich begünstigend ist eine vorhandene Nasogastralsonde, wodurch es zu einer `Sandwich-Mukosa` zwischen Trachealkanülencuff und Nasogastralsonde kommt (Hameed et al. 2008). Klinisch resultiert eine Aspiration mit rezidivierenden Pneumonien (Goldenberg et al 2000), sowie bei beatmeten Patienten ein persistierendes Cuffleck oder eine Luftinsufflation in den Magen (Sue und Susanto 2003).

Im Rahmen des Fragebogens wurde auf rezidivierende Aspiration mit Hustenreiz beim Essen eingegangen. Dies wurde bis auf oben genannten einen Patienten von allen Patienten verneint. Während der Tracheotomie war es bei diesem Patienten zu keiner Verletzung der Tracheahinterwand gekommen. Bei diesem Patienten liegen keine rezidivierenden Pneumonien vor. Da die Symptome einer tracheoösophagealen Fistel so gravierend sind, dass sie nicht verborgen bleiben, ist in dem nachbeobachteten Patientenkollektiv nicht von dem Vorhandensein einer tracheoösophagealen Fistel auszugehen. Kritisch ist auch hier wieder zu betrachten, dass nicht alle initial in die Studie eingeschlossenen Patienten in dem Follow up befragt werden konnten. Insbesondere kam es bei 2 Patienten im Rahmen der PDT nach TED zu einer oberflächlichen Verletzung der Tracheahinterwand ohne Ösophagusperforation. Diese beiden Patienten befinden sich nicht unter den der Nachbeobachtung zugänglichen Patienten. Allerdings ist bekannt das leichte Verletzungen durch Tracheotomie durchaus folgenlos abheilen können (Rolle 2012). Diesen Patienten sollte jedoch eine Nachkontrolle beim HNO-Facharzt empfohlen werden.

5.1.4 Dysphonie

Stimmveränderungen nach perkutaner Dilatationstracheotomie werden als selten beschrieben (Ciaglia und Graniero 1992, Fischler et al. 1995). Ursächlich werden in der Literatur bestehende Vorschäden durch eine prolongierte orotracheale Intubation genannt (Colice et al. 1989, Kastanos et al. 1983, Benjamin 1993). Whited vermutet dass eine zusätzliche Superinfektion durch Tracheotomie die Vorschädigung am Larynx durch die prolongierte orotracheale Intubation verstärkt (Whited 1984). Des

Weiteren werden Stimmlippenparesen beziehungsweise Aryknorpeldislokationen nach Intubation beschrieben (Whited 1984, Kastanos et al. 1983, Kurihara et al. 2013). Delany und Stokes beschreiben eine einseitige Stimmlippenparese nach perkutaner Dilatationstracheotomie (Delany und Stokes 1991). In der Studie von Ciaglia und Graneiro finden sich geringe Stimmveränderungen, ebenso in der Studie von van Heurn et al. (Ciaglia und Graniero 1992, van Heurn et al. 2006). Als weitere mögliche Ursache erwähnt van Heurn eine zu hoch angelegte Tracheotomie zwischen Ringknorpel und 1. Trachealspange. Vergleichbar mit der Literatur (1,9 -21 %) konnten Stimmstörungen in der vorliegenden Studie bei 5,9 % der Patienten (n= 3) erhoben werden (van Heurn et al. 1996, Ciaglia und Graneiro 1992). Bei 2 Patienten besteht ein Zustand nach Larynxteilresektion, sodass die Stimmstörung ursächlich hierauf zurückzuführen ist. Der 3. Patient lehnte eine weiterführende Untersuchung ab. Die PDT mit TED erfolgte zwischen 2. - 3. Trachealspange, sodass ein korrekter Punktionsort vorliegt. Es lag kein präoperativer Vorschaden am Larynx vor. Aussagen bezüglich einer Schädigung am Larynx können bei abgelehnter weiterer Untersuchung nicht getroffen werden.

5.1.5 Blutung

Studien bezüglich der Komplikationsraten der konventionellen Tracheotomie versus perkutaner Dilatationstracheotomie zeigen im wesentlichen ähnliche Gesamtkomplikationsraten bei beiden Techniken. Es findet sich jedoch eine insgesamt geringere Blutungsinzidenz bei den perkutanen Dilatationstracheotomien. (Freeman et al. 2000). Shlugman et al. sieht hierfür die Begründung in dem kleineren Hautschnitt, der stumpfen Gewebedissektion und einen tamponierenden Effekt durch die straff im Dilatationskanal sitzende Trachealkanüle (Shlugman et al. 2003). Delany et al. konnte in einer Metaanalyse von 17 Studien mit insgesamt 1212 eingeschlossenen Patienten ein äquivalentes Risiko sowohl für perioperative auftretende Major-Blutungen als auch für Blutungen im Langzeitverlauf nachweisen. In der Analyse der Subgruppen zeigte sich jedoch ein geringeres Blutungsrisiko der perkutanen Dilatationstracheotomie, wenn diese im Operationssaal durchgeführt wurde (Delaney et al. 2006). Massive Blutungen nach einer perkutanen Dilatationstracheotomie sind selten. Ursächlich ist meist eine Fistel zwischen

Trachea und Truncus brachiocephalicus, verursacht durch eine Drucknekrose des Trachealkanülencuffs. 78 % treten in den ersten 3 Wochen nach Tracheotomie auf. (Shlugman et al. 2003). Die Inzidenz liegt bei 0,1-1 % (Jamal-Eddine et al. 2008) beziehungsweise bei 0,35 % (Dempsey et al. 2010). Hürter et al. berichten von einer letalen Arrosionsblutung des Truncus brachiocephalicus am 29. Tag nach perkutaner Dilatationstracheotomie. Aufgrund aufgetretener Frakturen der Trachealspangen kam es zu einem Verlust der zirkulären Stabilität der Trachea, wodurch ein erhöhter Cuffdruck zur Atemwegsabdichtung erforderlich war (Hürter et al. 2000). In einem anderen Fallbericht kam es zu einer massiven arteriellen Blutung aus dem Truncus brachiocephalicus aufgrund einer Arrodiierung der Tracheavorderwand durch die Spitze der Trachealkanüle (Quinio et al. 1995). In weiteren Fallberichten traten Arrosionsblutungen des Truncus brachiocephalicus am 13. postoperativen Tag, 11. postoperativen, 17. postoperativen Tag, 9. postoperativen Tag und nach 2 Monaten postoperativ auf (Cohen et al. 2008, Grant et al. 2005, Richter et al. 2011). Der Truncus brachiocephalicus kreuzt in der Regel auf Höhe des Jugulums die Trachea, hierbei verläuft er nach kranial und lateral rechts (Schiebler et al. 1999).

Ätiologisch ist die Fistelbildung auf eine Drucknekrose durch einen erhöhten Cuffdruck, Schleimhauttraumata aufgrund einer fehlpositionierten Kanülenspitze, eine tiefe Tracheainzision und eine exzessive Kopfreklination, beziehungsweise atypische Bewegungen zurückzuführen (Grant et al. 2005). Auch Frakturen der Trachealspangen führen einerseits zu einem erforderlichen erhöhten Cuffdruck und zu Lokalinfektionen (Hürter et al. 2000, Ho et al. 2005). In einem weiteren Fallbericht kam es zu einer Truncusblutung aufgrund einer unbemerkten Fehlpositionierung der Trachealkanüle in einer prätracheal gelegenen Via falsa (Zehlicke et al. 2007).

In unserer Langzeitstudie konnten wir kein Blutungsereignis im Sinne einer Spätkomplikation verzeichnen. Dies deckt sich mit den Angaben der Literatur von einer Inzidenz mit 0,35 % für postoperativ auftretende massive Blutung. Des weiteren ist in der Literatur bisher kein Fallbericht bezüglich einer massiven Blutung 6 Monate nach perkutaner Dilatationstracheotomie bekannt. Die exakte Einhaltung der Tracheotomiehöhe zwischen 1. - 4. Trachealspange, optimal zwischen 2. - 4. Trachealspange, scheint im Regelfall mit einem genügend sicheren Abstand zum Truncus brachiocephalicus einherzugehen. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass es in der Literatur keine verbindlichen Kriterien für die Definition von Blutungen gibt, insbesondere in der Abgrenzung von oft genannten „minor bleeding“ und „major

bleeding“. Dass es in der vorliegenden Studie zu keinem massiven Blutungszwischenfall kam kann durchaus auch auf das optimale Management bezüglich Diaphanoskopie und Dilatationstechnik in Verbindung mit der starren Endoskopietechnik bei der PDT mit TED zurückgeführt werden.

5.1.6 Entzündungen am Tracheostoma

Bei der perkutanen Dilatationstracheotomie zeigt sich eine geringere Inzidenz für Lokalinfectionen am Tracheostoma im Vergleich zur offen chirurgischen Tracheotomie (Delaney et al. 2006). In einer Metaanalyse traten Stomainfectionen bei 4,8 % der Patienten nach perkutaner Dilatationstracheotomie auf. Im Vergleich lag die Inzidenz nach offen chirurgischer Tracheotomie bei 12,4 % (Higgins et al. 2007). Aufgrund der stumpfen Dilatation resultiert eine kleinere Wundfläche und eine straffe Gewebespannung um die Trachealkanüle, sodass ein geringeres Risiko für eine potentielle Bakterienbesiedlung im Vergleich zur offen chirurgischen Tracheotomie besteht (Byhahn et al. 2000). Lebiecz et al fand anhand eines Fragebogens, versendet an 649 Patienten, welche in einem Zeitraum von 2002 bis 2008 eine perkutane Dilatationstracheotomie erhielten, keine Wundinfectionen (Lebiecz et al. 2010).

In der vorliegenden Studie trat bei einem Patienten im Verlauf ein Erysipel 21 Monate nach PDT mit TED auf. Eine Dekanülierung konnte aufgrund persistierender supraglottischer postradiogener Ödeme bei Zustand nach Radiatio bei Hypopharynxkarzinom bisher nicht erfolgen. Bei allen weiteren Patienten konnte keine Tracheostomainfektion beziehungsweise Infektion im ehemaligen Tracheostomagebiet eruiert werden. Ursächlich hierfür könnte die Dekanülierungszeit von 76 beziehungsweise 35 Tagen betrachtet werden und die rasche Schrumpfungstendenz nach Dekanülierung, sodass hierdurch das Risiko für eine bakterielle Besiedlung gesenkt wird. Ein Erysipel am Tracheostoma 21 Monate nach PDT hat nichts mit der ursprünglichen Tracheotomietechnik zu tun und ist als eigenständiges Geschehen unter hygienischem Aspekt zu sehen.

5.1.7 Narbenbildung und persistierende tracheokutane Fistel nach Dekanülierung

Die Ergebnisse bezüglich einer persistierenden tracheokutanen Fistel der vorliegenden Studie sind vergleichbar mit den Angaben in der Literatur. Bei insgesamt 2 der nachbeobachteten Patienten musste ein operativer Verschluss des Tracheostomas erfolgen. Bei diesen beiden Patienten lag der längste Zeitraum von der PDT mit TED bis zur Dekanülierung vor. Er betrug 179 Tage und 274 Tage. Es fand sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Patienten ohne operativen Verschluss und mit operativem Verschluss in Bezug auf die Dauer in Tagen bis zur Dekanülierung ($p=0,0174$). Gysin et al. konnte einen Verschluss des Tracheostomas innerhalb von einer Woche verzeichnen. Im Vergleich zur offenen chirurgischen Tracheotomie zeigte sich ein deutlich besseres kosmetisches Ergebnis (Gysin et al. 1999). Heuer und Deller beschreiben eine Verschlusszeit nach Dekanülierung von spätestens 3 - 5 Tagen, 64 % der Patienten konnten nach weniger als 19 Tagen dekanüliert werden, 1 % der Patienten wurde nach mehr als 100 Tagen dekanüliert. In keinem der Fälle musste ein operativer Verschluss des Tracheostomas erfolgen. Die Patienten waren mit dem kosmetischen Ergebnis der Narbe zufrieden (Heuer und Deller 1998). Zwei Monate nach Dekanülierung zeigten sich in einer Studie von Fischler et al. Narben mit einer Länge von weniger als 1 cm (Fischler et al. 1995). Eine Epithelialisierung des Tracheostomakanals kann zu Einziehungen am Tracheostoma und zu einer persistierenden tracheokutanen Fistel führen. Dies tritt meist erst nach einem Zeitraum von mehreren Monaten bis zur Dekanülierung auf (Wood et al. 1991, Winkler et al. 1994). Auch in der Studie von van Heurn zu Langzeitkomplikationen nach perkutaner Dilatationstracheotomie zeigte sich eine Korrelation zwischen der Dauer der Kanülierung und dem kosmetischen Ergebnis der Narbe (van Heurn et al. 1996). Auf das subjektive kosmetische Empfinden der Tracheostomanarbe durch Patienten wurde in der vorliegenden Studie laut Studienprotokoll nicht eingegangen.

5.1.8 Trachealkanülenarten

Die theoretische Annahme beim Entwurf des Studienprotokolles war, dass durch industrielle Fertigsets zur perkutanen Dilatationstracheotomie mit Stufenbildung zwischen Dilatator und Trachealkanüle häufiger Knorpelspannenbrüche verursacht werden. Dies bestätigte sich nicht, da das starre Tracheotomie-Endoskop während der drei Phasen Punktion, Dilatation und Kanüleninsertion einen stabilisierenden Effekt auf die Trachea ausübt, was bei der perkutanen Dilatationstracheotomie mit flexiblem Endoskop nicht möglich ist. Die Stauchungseffekte der vorderen Trachea sind bei herkömmlichen Arten der perkutanen Dilatationstracheotomie bekannt, bei Verwendung des starren Tracheotomie-Endoskops jedoch deutlich reduziert, was als Beitrag zur Vermeidung von Spätkomplikationen zu werten ist.

5.2 Diskussion der Methodik

Ein einschränkender Aspekt ist die Schwierigkeit des Follow up und die hieraus resultierende deutlich geringere Patientenanzahl von 29,4 % (n= 53) im Vergleich zu allen initial eingeschlossenen Patienten. Hierdurch sind statistische Auswertungen hinsichtlich bestehender Signifikanzen nicht oder schwer zu treffen. Die Anzahl der Patienten in unserer Studie ist mit in der Literatur vorliegenden Zahlen vergleichbar (Ciaglia und Graneiro 1992, Treu et al. 1997, Law et al. 1997, Rosenbower et al. 1998, Leonard et al. 1999, Noorwood et al. 2000, Gambale et al. 2003). Gründe für die deutlich geringere Patientenzahl in der Nachbeobachtung liegen einerseits in der über ein weites Gebiet von 69 verschiedenen Orten verteilten Patienten aufgrund der multizentrischen Studie, sodass eine Nachuntersuchung aller Patienten in der Klinik aus logistischen Gründen (Hin- und Rücktransporte, Kostenerstattung, Bereitswilligkeit der Betroffenen oder gesetzlicher Vertreter) nicht möglich war. Als weiterer limitierender Aspekt ist die hohe Mortalitätsrate der schwerkranken Patienten zu betrachten. In der vorliegenden Studie waren insgesamt 25 % der Patienten bis zum Nachbeobachtungszeitpunkt im Zusammenhang mit der Grundkrankheit nachweislich verstorben, vergleichbar mit in der Literatur angegebenen Mortalitätsraten von 13,6 bis 44,4 % in Studien bezüglich Spätkomplikationen nach Dilatationstracheotomie (Kost 2005, Gambale et al. 1998, Norwood et al. 2000,

Heuer und Deller 1998, van Heurn et al. 1996, Carrer et al. 2009). Die Schwierigkeit der Nachbeobachtung verlorengelassener Patienten aufgrund der Nichterreichbarkeit zeigt sich vergleichbar in anderen Studien, angegeben mit einer Prozentzahl von 42 bis 57,1 % (Gambale et al. 1998, Noorwood et al. 2000). Auffällig war (vergleichbar mit der Studie von Noorwood et al.), dass die nachbeobachteten Patienten deutlich jünger waren als die Patienten der Gesamtstudie (Noorwood et al. 2000). Die gewählte Methode des Telefoninterviews ist auch eine in der einschlägigen Literatur gängige Methode (Dollner et al. 2002, Gambale et al. 2003, Rosenbower et al. 1998). Allerdings kann durch das Telefoninterview keine Aussage über eventuelle Grade von Trachealstenosen getroffen werden. Hierfür wäre eine CT-Diagnostik oder eine Tracheoskopie erforderlich. Allerdings ist zu beachten, dass die Patienten ohne eine bestehende Symptomatik bei einer CT-Diagnostik einer Strahlenbelastung ausgesetzt werden und es sich bei der Tracheoskopie um eine aufklärungspflichtige invasive Methode handelt. Bezüglich des Zeitpunktes der Nachbeobachtung bezogen auf Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie findet sich in der Literatur eine breite Varianz von wenigen Tagen bis zu 8 Jahren nach perkutaner Dilatationstracheotomie. Ausgehend von der Ausbildung einer Trachealstenose ab 2 - 12 Wochen nach Dekanülierung erscheint der gewählte Zeitraum von 6 Monaten nach erfolgter PDT mit TED als geeignet. 98,0 % der Patienten hatten zu diesem Zeitraum ein verschlossenes Tracheostoma. Zur genauen Eruierung der Spätkomplikationen nach perkutaner Dilatationstracheotomie wäre eine Studie mit einer hohen Patientenzahl und einer genauen engmaschigen Nachbeobachtung der Patienten künftig interessant, insbesondere wenn hierdurch die Anzahl der nicht erreichbaren Patienten minimiert werden könnte. Auch die engmaschige Verzahnung aller mit der perkutanen Dilatationstracheotomie und/oder offen chirurgischen Tracheotomie konfrontierter Fachgebiete wäre bezüglich der Spätbeurteilung hilfreich.

6. Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie konnte aufgezeigt werden, dass durch das Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem starren Tracheotomie-Endoskop Spätkomplikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie vermieden werden können. Durch die konstante direkte optische Kontrolle endotracheal ist es möglich den Punktionsort genau festzulegen und während der gesamten Durchführung zu kontrollieren. Es besteht, im Gegensatz zur perkutanen Dilatationstracheotomie mit dem flexiblen Endoskop, die Möglichkeit einer sofortigen Therapie von Blutungen und dislozierten Trachealspangen. Hierdurch können insbesondere Trachealstenosen durch eine zu hoch angelegte Tracheotomie oder belassene dislozierte Trachealspangen vermieden werden. Durch die genaue Bestimmung des Punktionsortes kann das Risiko für Blutungen (insbesondere Arrosionsblutungen des Truncus brachiocephalicus) minimiert werden. Es bestätigte sich nicht, dass Trachealkanülen mit Stufenbildung zwischen Dilatator und Trachealkanüle vermehrt zu Trachealspangenfrakturen und hieraus resultierenden Trachealstenosen führen. Das starre Tracheotomie-Endoskop übt hier während der drei Phasen Punktion, Dilatation und Kanüleninsertion einen stabilisierenden Effekt auf die Trachea aus, dies ist bei der perkutanen Dilatationstracheotomie mit flexiblem Endoskop nicht möglich. Eine genauere Analyse der Spätkomplikationen nach perkutener Dilatationstracheotomie wäre mit einer multizentrischen Studie mit Nachuntersuchungen nach 6 und 12 Monaten valider möglich. Eine solche Studie fehlt bisher leider in der Literatur.

7. Literaturverzeichnis und Quellenverzeichnis

1. Ambesh SP, Pandey CK, Srivastava S, Agarwal A, Singh DK. 2002. Percutaneous tracheostomy with single dilatation technique: a prospective, randomized comparison of Ciaglia blue rhino versus Griggs' guidewire dilating forceps *Anesth Analg.*, 95(6):1739-45
2. Ayoub OM, Griffiths MV. 2007. Aortic arch laceration: A lethal complication after percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope*, 117(1):176-8.
3. Benjamin B. 1993. Prolonged intubation injuries of the larynx: endoscopic diagnosis, classification, and treatment. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.*, 160:1-15.
4. Beiderlinden M, Karl Walz M, Sander A, Groeben H, Peters J. 2002. Complications of bronchoscopically guided percutaneous dilational tracheostomy: beyond the learning curve. *Intensive Care Med.*, 28(1):59-62.
5. Bignon J, Chretien J. 1962 Postmortem study of laryngotracheo-bronchial changes in the course of tracheotomy with assisted respiration (apropos of 12 pathological examinations). *J Fr Med Chir Thorac.*, 16:125-55.
6. Blot F, Similowski T, Trouillet JL, Chardon P, Korach JM, Costa MA, Journois D, Thiéry G, Fartoukh M, Pipien I, Bruder N, Orlikowski D, Tankere F, Durand-Zaleski I, Auboyer C, Nitenberg G, Holzapfel L, Tenaillon A, Chastre J, Laplanche A. 2008. Early tracheotomy versus prolonged endotracheal intubation in unselected severely ill ICU patients. *Intensive Care Med.*, 34(10):1779-87
7. Bonanno PC. 1971. Swallowing dysfunction after tracheostomy. *Ann Surg.*, 174(1):29-33
8. Boudierka MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi D, Harti A. 2004. Early tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury. *J Trauma.*, 57(2):251-4.
9. Brandt L, Goerig M. 1986. The history of tracheotomy. I. *Anaesthesist.*, 35(5):279-83.
10. Byhahn C, Rinne T, Halbig S, Albert S, Wilke HJ, Lischke V, Westphal K. 2000. Early percutaneous tracheostomy after median sternotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 120(2):329-34.

11. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K. 2000. Ciaglia blue rhino: a modified technique for percutaneous dilatation tracheostomy. Technique and early clinical results. *Anaesthesist.*, 49(3):202-6.
12. Carrer S, Basilico S, Rossi S, Bosu A, Bernorio S, Vaghi GM. 1999. Outcomes of percutaneous tracheostomy. *Minerva Anesthesiol.* 2009 Nov;75(11):607-15
13. Ciaglia P. 1999. Technique, complications, and improvements in percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest.*, 115(5):1229-30.
14. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. 1985. Elektiv percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest*, 87(6):715-9
15. Ciaglia P, Graniero KD. 1992. Percutaneous dilatational tracheostomy. Results and long-term follow-up. *Chest*, 101(2):464-7.
16. Cobean R, Beals M, Moss C, Bredenberg CE. 1996. Percutaneous dilatational tracheostomy. A safe, cost-effective bedside procedure. *Arch Surg.*, 131(3):265-71.
17. Cohen JE, Klimov A, Rajz G, Paldor I, Spektor S. 2008. Exsanguinating tracheoinnominate artery fistula repaired with endovascular stent-graft. *Surg Neurol.*, 69(3):306-9.
18. Colice GL, Stukel TA, Dain B. 1989. Laryngeal complications of prolonged intubation *Chest.*, 96(4):877-84.
19. Christenson TE, Artz GJ, Goldhammer JE, Spiegel JR, Boon MS. 2008. Tracheal stenosis after placement of percutaneous dilatational tracheostomy. *Laryngoscope.*, 118(2):222-7.
20. De Leyn P, Bedert L, Delcroix M, Depuydt P, Lauwers G, Sokolov Y, Van Meerhaeghe A, Van Schil P. 2007. Tracheostomy: clinical review and guidelines. *Eur J Cardiothorac Surg.*, 32(3):412-21.
21. Delank KW, Schmal F, Stoll W. 2002. Trauma of the Membranous Trachea Managed by the ENT-Surgeon. *Laryngorhinootologie.*, 81(4):299-304.
22. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. 2006. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.*, 10(2): R55.
23. Delany S, Stokes J. 1991. Percutaneous dilatational tracheostomy: one years experience. *N Z Med J.*, 8;104(911):188-9.

24. Dempsey GA, Grant CA, Jones TM. 2010. Percutaneous tracheostomy: a 6 yr prospective evaluation of the single tapered dilator technique. *Br J Anaesth.*, 105(6):782-8.
25. Dollner R, Verch M, Schweiger P, Graf B, Wallner F. 2002. Long-term outcome after Griggs tracheostomy. *J Otolaryngol.*, 31(6):386-9.
26. Durbin CG. 2010. Tracheostomy: Why, When and How? *Respiratory Care* August, 55(8):1056-68.
27. Epstein SK. 2005. Late complications of tracheostomy. *Respir Care*, 50(4):542-9.
28. Escarment J, Suppini A, Sallaberry M, Kaiser E, Cantais E, Palmier B, Quinot JF. 2000. Percutaneous tracheostomy by forceps dilation: report of 162 cases. *Anaesthesia.*, 55(2):125-30.
29. Fantoni A, Ripamonti D, Lesmo A, Zanoni CI. 1996. Translaryngeal tracheostomy. A new era?. *Minerva Anaesthesiol.*, 62 (10):313-25
30. Fawcett SL, Gomez AC, Hughes JA, Set P. 2010. Anatomical variation in the position of the brachiocephalic trunk (innominate artery) with respect to the trachea: a computed tomography-based study and literature review of Innominate Artery Compression Syndrome. *Clin Anat.*, 23(1):61-9.
31. Feist JH, Johnson TH, Wilson RJ. 1975. Acquired tracheomalacia: etiology and differential diagnosis. *Chest.*, 68(3):340-5.
32. Fikkers BG, van Veen JA, Kooloos JG, Pickkers P, van den Hoogen FJ, Hillen B, van der Hoeven JG. 2004. Emphysema and pneumothorax after percutaneous tracheostomy: case reports and an anatomic study. *Chest.*, 125(5):1805-14.
33. Fischler MP, Kuhn M, Cantiene R, Frutiger A. 1995. Late outcome of percutaneous dilatational tracheostomy in intensive care patients, *Intensive Care Med*, 21(6):475-81.
34. Fraipont V, Lambermont B, Ghaye B, Moonen M, Edzang L, D'Orio V, Marcelle R. 1999. Unusual complication after percutaneous dilatational tracheostomy: pneumoperitoneum with abdominal compartment syndrome. *Intensive Care Med.*, 25(11):1334-5.
35. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. 2000. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest*, 118(5):1412-8.

36. Frova G, Quintel M. 2002. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med.*, 28(3):299-303.
37. Gambale G, Cancellieri F, Baldini U, Vacchi Suzzi M, Baroncini S, Ferrari F, Petrini F. 2003. Ciaglia percutaneous dilational tracheostomy. Early and late complications and follow-up. *Minerva Anesthesiol.*, 69(11):825-30; 830-3.
38. Gilbey P. 2012. Fatal complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Am J Otolaryngol.*, 33(6):770-3.
39. Goldenberg D, Ari EG, Golz A, Danino J, Netzer A, Joachims HZ. 2000. Tracheotomy complications: a retrospective study of 1130 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 123(4):495-500.
40. Goldsmith T. 2000. Evaluation and treatment of swallowing disorders following endotracheal intubation and tracheostomy. *Int Anesthesiol Clin.*, 38(3):219-42.
41. Grant CA, Dempsey G, Harrison J, Jones T. 2006. Tracheo-innominate artery fistula after percutaneous tracheostomy: three case reports and a clinical review. *Br J Anaesth.*, 96(1):127-31.
42. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. 1990. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet.*, 170(6):543-5.
43. Gründling M, Quintel M. 2005. Percutaneous dilational tracheostomy. Indications techniques complications. *Anaesthesist.*, 54(9):929-41.
44. Gwilym S, Cooney A. 2004. Acute fatal haemorrhage during percutaneous dilatational tracheostomy. *Br J Anaesth.*, 92(2):298.
45. Gysin C, Dulguerov P, Guyot JP, Perneger TV, Abajo B, Chevrolet JC. 1999. Percutaneous versus surgical tracheostomy: a double-blind randomized trial. *Ann Surg.*, 230(5):708-14.
46. Hameed AA, Mohamed H, Al-Mansoori M. 2008. Acquired tracheoesophageal fistula due to high intracuff pressure. *Ann Thorac Med.*, 3(1):23-5.
47. Harley HR. 1972. Ulcerative tracheo-oesophageal fistula during treatment by tracheostomy and intermittent ventilation. *Thorax*, 27:338-52
48. Haroske G. 2012. Histomorphologie von Trachealspangen tracheotomierter Patienten. In: Klemm E, Nowak A, Hrsg. *Kompendium der Tracheotomie*. Erste Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 20-22

49. Heuer, B., Deller, A. 1998. Früh- und Spätresultate der perkutanen Dilatationstracheostomie (PDT Ciaglia) bei 195 Intensivpatienten. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.*, 33, 306-312
50. Higgins KM, Punthakee X. 2007. Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope.*, 117(3):447-54.
51. Higgins D, Bunker N, Kinnear J. 2009. Follow-up of patients with tracheal ring fractures secondary to antegrade percutaneous dilational tracheostomy. *Eur J Anaesthesiol.*, 26(2):147-9.
52. Ho EC, Kapila A, Colquhoun-Flannery W. 2005. Tracheal ring fracture and early tracheomalacia following percutaneous dilatational tracheostomy. *BMC Ear Nose Throat Disord.*, 31;5:6.
53. Hommerich CP, Rödel R, Frank L, Zimmermann A, Braun U. 2002. Long-term results after surgical tracheotomy and percutaneous dilatation tracheostomy. A comparative retrospective analysis. *Anaesthesist.*, 51(1):23-7.
54. Hürter H, Post-Stanke A, Tolksdorf W. 2000. Lethal vascular erosion after percutaneous dilatation tracheostomy. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.*, 35(10):658-60.
55. Jackson C. 1909. Tracheotomy. *Laryngoscope.* 19: 285–290
56. Jackson C. 1921. High tracheotomy and other errors: the chief causes of chronic laryngeal stenosis. *Surg Gynecol Obstet.*, 32:392-398.
57. Jamal-Eddine H, Ayed AK, Al-Moosa A, Al-Sarraf N. 2008. Graft repair of tracheo-innominate artery fistula following percutaneous tracheostomy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.*, 7(4):654-5.
58. Junqueira LC, Carneiro J. 1996. Histologie. Vierte Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer- Verlag
59. Kang JY, Choi KH, Yun GJ, Kim MY, Ryu JS. 2012. Does Removal of Tracheostomy Affect Dysphagia? A Kinematic Analysis. *Dysphagia.*, 27(4):498-503.
60. Kastanos N, Estopá Miró R, Marín Perez A, Xaubet Mir A, Agustí-Vidal A. 1983. Laryngotracheal injury due to endotracheal intubation: incidence, evolution, and predisposing factors. A prospective long-term study. *Crit Care Med.*, 11(5):362-7.
61. Kaylie DM, Wax MK. 2002. Massive subcutaneous emphysema following

- percutaneous tracheostomy. *Am J Otolaryngol.*, 23(5):300-2.
62. Klemm E. 2006. Tracheotomy-endoscope for dilatational percutaneous tracheotomy (TED). *Laryngorhinootologie*, 85(9):628-32.
 63. Klemm E, Künstle T, Graf A, Henker M. 1999. Tracheotomie. *Intensivmed*, 36:309-313
 64. Klemm E, Nowak A, Hrsg. 2012. Kompendium der Tracheotomie. Erste Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
 65. Kluge S, Baumann HJ, Maier C, Klose H, Meyer A, Nierhaus A, Kreymann G. 2008. Tracheostomy in the intensive care unit: a nationwide survey. *Anesth Analg.*, 107(5):1639-43.
 66. Klusmann JP, Brochhagen HG, Sittel C, Eckel HE, Wassermann K. 2001. Atresia of the trachea following repeated percutaneous dilational tracheotomy. *Chest.*, 119(3):961-4
 67. Koitschev A. 2003. Die Tracheotomie in der Intensivmedizin. Wird der HNO-Arzt noch gebraucht? *HNO*, 51(8):616-20.
 68. Koscielny S, Guntinas-Lichius O. 2009 Update zur perkutanen Dilatationstracheotomie: Indikation, Grenzen und Komplikationsmanagement. *HNO* 57:1291–1300^[11]_{SEP}
 69. Kost KM. 2005. Endoscopic percutaneous dilatational tracheotomy: a prospective evaluation of 500 consecutive cases. *Laryngoscope*, 115(10 Pt 2):1-30.
 70. Kurihara N, Imai K, Minamiya Y, Saito H, Takashima S, Kudo S, Kawaharada Y, Ogawa JI. 2013. Hoarseness caused by arytenoid dislocation after surgery for lung cancer. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*.
 71. Kusafuka K, Yamaguchi A, Kayano T, Takemura T. 2001. Ossification of tracheal cartilage in aged humans: a histological and immunohistochemical analysis. *J Bone Miner Metab.*, 19(3):168-74.
 72. Law RC, Carney AS, Manara AR. 1997. Long-term outcome after percutaneous dilational tracheostomy. Endoscopic and spirometry findings. *Anaesthesia.*, 52(1):51-6.
 73. Lebiez P, Suca A, Gümüs E, Radke RM, Kaya E, Hilker E, Reinecke H. 2010. 7-year survey after percutaneous dilatational tracheotomy on a medical intensive care unit. *J Investig Med.*, 58(8):977-81.
 74. Leonard RC, Lewis RH, Singh B, van Heerden PV. 1999. Late outcome from

- percutaneous tracheostomy using the Portex kit. *Chest.*, 115(4):1070-5.
75. Lim HK, Tykocinski M, Tudge S, Thomson P. 2007. Complete tracheal stenosis following percutaneous tracheostomy. *ANZ J Surg.*, 77(3):184-7.
 76. Lin TY, Huang CJ, Lin HC. 2005. Massive subcutaneous emphysema following bronchoscopy-guided percutaneous dilatational tracheostomy. *J Formos Med Assoc.*, 104(12):942-5.
 77. Mansour KA, Lee RB, Miller JI Jr. 1994. Tracheal resections: lessons learned. *Ann Thorac Surg.*, 57(5):1120-4.
 78. Matsuura K, Nakanisi T, Nagakawa T, Katou S, Honda Y. 2008. Massive subcutaneous emphysema following percutaneous tracheostomy. *Masui.*, 57(4):474-8.
 79. Meininger D, Walcher F, Byhahn C. 2011. Tracheotomie bei intensivmedizinischer Langzeitbeatmung. Indikationen, Techniken und Komplikationen. *Chirurg*, 82(2):107-10, 112-5.
 80. Muhammad JK, Major E, Wood A, Patton DW. 2000. Percutaneous dilatational tracheostomy: haemorrhagic complications and the vascular anatomy of the anterior neck. A review based on 497 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg.*, 29(3):217-22.
 81. Myer CM, O'Connor DM, Cotton RT. 1994 Proposed grading system for subglottic stenosis based on endotracheal tube sizes. *Ann Otol Rhinol Laryngol.*, 103(4 Pt 1):319-23.
 82. Nordin U. 1977. The trachea and cuff-induced tracheal injury. An experimental study on causative factors and prevention. *Acta Otolaryngol Suppl.*, 345:1-71.
 83. Norwood S, Vallina VL, Short K, Saigusa M, Fernandez LG, McLarty JW. 2000. Incidence of tracheal stenosis and other late complications after percutaneous tracheostomy. *Ann Surg.*, 232(2):233-41.
 84. Pabst F, Haroske G 2012. Anatomie und Topografie in Bezug zur Tracheotomie. In: Klemm E, Nowak A, Hrsg. *Kompendium der Tracheotomie*. Erste Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 9-17
 85. Pahor, L. 1992. Ear, Nose and Throat in Ancient Egypt. *The Journal of Laryngology and Otology*, 106: 773-779.
 86. Polderman KH, Spijkstra JJ, de Bree R, Christiaans HM, Gelissen HP, Wester JP, Girbes AR. 2003. Percutaneous dilatational tracheostomy in the ICU:

- optimal organization, low complication rates, and description of a new complication. *Chest.*, 123(5):1595-602.
87. Quinio P, Lew Yan Foon J, Mouline J, Braesco J, de Tinteniach A. 1995. Brachiocephalic trunk erosion by a tracheotomy cannula. *Ann Fr Anesth Reanim.*, 14(3):296-9.
 88. Reed MF, Mathisen DJ. 2003. Tracheoesophageal fistula. *Chest Surg Clin N Am.*, 13(2):271-89.
 89. Reilly PM, Anderson HL, Sing RF, Schwab CW, Bartlett RH. 1995. Occult hypercarbia. An unrecognized phenomenon during percutaneous endoscopic tracheostomy. *Chest.*, 107(6):1760-3.
 90. Richter T, Gottschlich B, Sutarski S, Müller R, Ragaller M. 2011. Late Life-Threatening Hemorrhage after Percutaneous Tracheostomy. *Int J Otolaryngol.*; 2011: Article ID 890380
 91. Rieger A, Hass I, Gross M, Gramm HJ, Eyrich K. 1996. Intubation trauma of the larynx - a literature review with special reference to arytenoid cartilage dislocation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 31(5):281-7.
 92. Rieger A. 2006. Tracheotomie unter Einsatz der Intubationslarynxmaske. *J An Ints*, 13: 51-54
 93. Rolle A. 2012. Iatrogene Trachealverletzungen – therapeutische Optionen. In: Klemm E, Nowak A, Hrsg. *Kompodium der Tracheotomie*. Erste Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 79-86
 94. Rosenbower TJ, Morris JA Jr, Eddy VA, Ries WR. 1998. The long-term complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Am Surg.*, 64(1):82-6.
 95. Sasaki CT, Suzuki M, Horiuchi M, Kirchner JA. 1977. The effect of tracheostomy on the laryngeal closure reflex. *Laryngoscope*, 87(9 Pt 1):1428-33.
 96. Scherrer E, Tual L, Dhonneur G. 2004. Tracheal ring fracture during a PercuTwist tracheostomy procedure. *Anesth Analg.*, 98(5):1451-3
 97. Schiebler TH, Schmidt W, Zilles K. 1999. *Anatomie*. Achte Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag
 98. Schneider D, Eckel HE, Arlt U, Koebke J. 1997. Vertikale Fusionen von Ringknorpel und zervikalen Trachealspangen. *HNO*, 45: 339
 99. Schuchardt B. 1887. Zur Geschichte der Tracheotomie bei Croup und

100. See JJ, Wong DT. 2005. Unilateral subcutaneous emphysema after percutaneous tracheostomy. *Can J Anaesth.*, 52(10):1099-102.
101. Shaker R, Milbrath M, Ren J, Campbell B, Toohill R, Hogan W. 1995. Deglutitive aspiration in patients with tracheostomy: effect of tracheostomy on the duration of vocal cord closure. *Gastroenterology* ,108(5):1357-60.
102. Sheldon CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crue BL. 1955. A new method for tracheotomy. *J Neurosurg* 12:428-431
103. Shlugman D, Satya-Krishna R, Loh L. 2003. Acute fatal haemorrhage during percutaneous dilatational tracheostomy. *Br J Anaesth.*, 90(4):517-20.
104. Sprengel, K. 1805. *Geschichte der Chirurgie. T. 1. Geschichte der wichtigsten Operationen.* Halle: Kümmel
105. Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. 1981. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am J Med.*, 70(1):65-76.
106. Steele AP, Evans HW, Afaq MA, Robson JM, Dourado J, Tayar R, Stockwell MA. Long-term follow-up of Griggs percutaneous tracheostomy with spiral CT and questionnaire. *Chest.* 2000, 117(5):1430-3.
107. Stiles PJ. 1965. Tracheal lesions after tracheostomy. *Thorax*, 20(6):517-22.
108. Stöhr PH, von Möllendorff W, Goerttler K. 1963. *Lehrbuch der Histologie.* Jena: Fischer-Verlag
109. Streitz JM Jr, Shapshay SM. 1991. Airway injury after tracheotomy and endotracheal intubation. *Surg Clin North Am.*, 71(6):1211-30.
110. Sue RD, Susanto I. 2003. Long-term complications of artificial airways. *Clin Chest Med.*, 24(3):457-71
111. Tesei F, Poveda LM, Strali W, Tosi L, Magnani G, Farneti G. 2006. Unilateral laryngeal and hypoglossal paralysis (Tapia's syndrome) following rhinoplasty in general anaesthesia: case report and review of the literature. *Acta Otorhinolaryngol Ital.*, 26(4):219-21
112. Toye FJ, Weinstein JD. 1969. A percutaneous tracheostomy device. *Surgery*, 65(2):384-9.
113. Treu TM, Knoch M, Focke N, Schulz M. 1997. Percutaneous dilatative tracheostomy as a new method in intensive medicine. Procedure, advantages

- and risks. *Dtsch Med Wochenschr.*, 122(19):599-605.
114. Trottier SJ, Hazard PB, Sakabu SA, Levine JH, Troop BR, Thompson JA, McNary R. 1999. Posterior tracheal wall perforation during percutaneous dilational tracheostomy: an investigation into its mechanism and prevention. *Chest*, 115(5):1383-9.
 115. Trouillet JL, Luyt CE, Guiguet M, Ouattara A, Vaissier E, Makri R, Nieszkowska A, Leprince P, Pavie A, Chastre J, Combes A. 2011. Early percutaneous tracheotomy versus prolonged intubation of mechanically ventilated patients after cardiac surgery: a randomized trial. *Ann Intern Med.*, 154(6):373-83.
 116. van Heurn LW, Goei R, de Ploeg I, Ramsay G, Brink PR. 1996. Late Complications of percutaneous dilatational tracheotomy. *Chest*, 110; 1572-1576
 117. van Heurn LW, Theunissen PH, Ramsay G, Brink PR. 1996. Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheotomy. *Chest*, 109(6):1466-9.
 118. Vollrath M 2012. Operative Therapie schwerer Trachealstenosen. In: Klemm E, Nowak A, Hrsg. *Kompandium der Tracheotomie*. Erste Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 87-101
 119. Walz MK. 2002. Die Tracheostomie. *Anaesthesist*, 51:123-33
 120. Walz MK, Schmidt U. 1999. Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy - a clinico-pathological study. *Intensive Care Med.*, 25: 102 - 105
 121. Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, Trost HA, Wolfhard U, Sander A, Ahmadi C, Eigler FW. 1998. Percutaneous dilatational tracheostomy - early results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med.*, 24(7):685-90.
 122. Wang F, Wu Y, Bo L, Lou J, Zhu J, Chen F, Li J, Deng X. 2011. The timing of tracheotomy in critically ill patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Chest*, 140(6):1456-65.
 123. Welte T, Weiss G, Achtzehn U, Hoffman B, Klein H. 1999. Percutaneous dilatational tracheostomy. *Med Klin (Munich).*, 94(1 Spec No):51-4.

124. Westphal K. 2002. Chirurgische Tracheotomie und PDT. *Anaesthesist*, 51, 679-681.
125. Westphal K, Byhahn C, Lischke V. 1999. Perkutane Tracheotomie in der Intensivmedizin. *Anaesthesist*, 48, 142-156.
126. Westphal K, Byhahn C, Lischke V. 1999. Tracheostomy in Cardiosurgical Patients: Surgical Tracheostomy Versus Ciaglia and Fantoni Methods. *Ann Thorac Surg*, 68, 486-492.
127. Whited RE. 1984. A prospective study of laryngotracheal sequelae in long-term intubation. *Laryngoscope*, 94(3):367-77.
128. Winkler WB, Karnik R, Seelmann O, Havlicek J, Slany J. 1994. Bedside percutaneous dilational tracheostomy with endoscopic guidance: experience with 71 ICU patients. *Intensive Care Med.*, 20(7):476-9.
129. Wood DE, Mathisen DJ. 1991. Late complications of tracheotomy. *Clin Chest Med.*, 12(3):597-609.
130. Zgoda MA, Berger R. Balloon-facilitated percutaneous dilational tracheostomy tube placement: preliminary report of a novel technique. *Chest*. 2005 ;128(5):3688-90
131. Zehlicke T, Dommerich S, Rummel J, Pau HW. 2007. Arrosion bleeding of the brachiocephalic trunc - a late complication after percutaneous dilatative tracheostomy in a patient with a cervical rib abnormality. *Laryngorhinootologie*, 86(9):655-9.
132. Zias N, Chroneou A, Tabbal MK, Gonzales AV, Gray AW, Lamb CR, Riker ER, Beamis JF. 2008. Post tracheostomy and post intubation tracheal stenosis: Report of 31 cases and review of the literature. *BMC Pulmonary Medicine*, 8:18.

8. Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 starre Tracheotomie-Endoskope
- Abbildung 2 Aufschlüsselung des Gesamtpatientenkollektiv nach
Nachbeobachtungsgruppen und nicht erfolgter Nachbeobachtung
in %
- Abbildung 3 Häufigkeiten der Punktionsorte bezogen auf die Trachealspangen

8.2 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1 Trachealstenosen nach PDT in verschiedenen OP-Techniken
- Tabelle 2 Todesursachen
- Tabelle 3 biometrische Daten der Patientenkollektive
- Tabelle 4 Begleiterkrankungen der Patientenkollektive
- Tabelle 5 Grundkrankheiten der Patientenkollektive
- Tabelle 6 Tubusgrößen der Nachbeobachtungsgruppen
- Tabelle 7 Vorschädigung am Larynx durch prolongierte Intubation
- Tabelle 8 Vorschädigung an Trachea durch prolongierte Intubation
- Tabelle 9 anatomische Besonderheiten der Patienten bei PDT mit TED
- Tabelle 10 Verwendete Punktionssets und Trachealkanülen bezogen auf eine
vorliegende Stufenbildung
- Tabelle 11 Trachealspangenfrakturen PDT Gesamt und
Nachbeobachtungsgruppen
- Tabelle 12 Therapie der Trachealspangenfrakturen
- Tabelle 13 Verletzungen der Tracheahinterwand
- Tabelle 14 Dyspnoe Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt
- Tabelle 15 Dyspnoe Aufschlüsselung nach Gruppen und Atemstörung
- Tabelle 16 Charakteristika der Patienten mit Dyspnoe
- Tabelle 17 Dysphonie Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt
- Tabelle 18 Charakteristika der Patienten mit Dysphonie
- Tabelle 19 Entzündungen des Tracheosomas Nachbeobachtungsgruppen einzeln
und gesamt

Tabelle 20 Dekanülierung Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

Tabelle 21 Operativer Verschluss Nachbeobachtungsgruppen einzeln und gesamt

8.3 Studienprotokoll

Klinikstempel

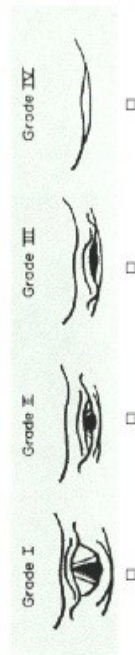
Studienprotokoll Beobachtungsstudie PDT mit TED

Allgemeine Angaben:

1. Tracheotomiedatum (tt.mm.jj)
2. Patienteninitialen Aufkleber
3. Alter
4. Geschlecht
☐ weiblich ☐ männlich

Biometrische Daten:

5. Größe cm
6. Gewicht .. kg
7. BMI **BMI = Körpergewicht (kg) / [Körpergröße (m)]**
8. Halsumfang (i. Höhe d. Cricoid) .. cm
9. Crico – sternaler Abstand (bei Lagerung zur Tracheotomie) .. cm
10. Direkte Laryngoskopie **nach der Tracheotomie (n. Cormack u. Lehane):**



Anamnestiche Daten:

11. Tracheotomieindikation
12. Re-Tracheotomie
☐ ja ☐ nein

21. Durchführende Fachgebiete (HNO, Chirurgie, Anästhesie/intensiv., andere) und Stand der Erfahrung der Operateure

PDT: ... (Fachgebiet), Anzahl der Vor-PDT ☐ ☐ ☐

mit TED ☐ ☐

Endoskopie: ... (Fachgebiet), Anzahl der Vor-PDT ☐ ☐ ☐

mit TED ☐ ☐

22. PDT wo im 2. – 4. Trachealknorpelbereich (endoskop. Identifikation von tracheal)?

zwischen ☐ - ☐ Trachealknorpel, Blockspangenbildung beobachtet

☐ ja ☐ nein

23. Diaphanoskopieeffekt

- ☐ gut und ausreichend
- ☐ schlecht, warum?
- ☐ Blutgefäß beobachtet

24. Bougierung

- ☐ einfach
- ☐ erschwert, warum?

25. Larynx-Trachealkontrolle zu präoperativen Intubationsschäden

- ☐ Schaden nein
- ☐ Schaden ja (welcher)
- ☐ Soforttherapie, wie?

26. präoperativer Zustand der Trachea

- ☐ Entzündung
- ☐ Fibrin
- ☐ Ödem
- ☐ Ulcerös

13. Grunderkrankung

14. Wesentliche Begleiterkrankungen (Gerinnungsabweichungen, Immunsuppression, Stoffwechselerkrankungen)

- ☐ Immunsuppression
- ☐ Stoffwechselerkrankungen
- ☐ Hypertonus
- ☐ COPD

15. Gesamtbeatmungszeit in Tagen vor Tracheotomie

☐ ☐

16. Größe des Beatmungstubus (ID mm)

☐ 6,5 ☐ 7,0 ☐ 7,5 ☐ 8,0 ☐ 8,5 ☐ 9,0

Operation:

17. PDT-Verfahren

- ☐ Blue Rhino (Ciaglia)
- ☐ Percu Twist (Frova)
- ☐ TLT (Fantoni)
- ☐ GWDF (Griggs)

18. Art der Beatmung bei Tracheotomie

- ☐ Beatmungstracheoskopie
- ☐ Jet

Jet-Parameter:

p_A (bar)	
f (/min)	
t_i (%)	
AMV (l/min)	
V_T (ml)	
FI_{O_2} (%)	100

19. Anatomische Besonderheiten

- ☐ nein
- ☐ ja (welche)

20. Endoskopieeinführung

- ☐ einfach
- ☐ erschwert

Therapie notwendig?

☐ ja ☐ nein

wie?

endoskopische Resektion

☐ ja ☐ nein

Tracheahinterwandverletzung

☐ nein
☐ ja, weiche? (z. B. Punktion der Pariet membranaceus)

Pneumothorax

☐ nein
☐ ja (wie therapiert)

Besondere Vorkommnisse

Mediastinalverletzung, Führungsdrahtbruch, Abbruch der PDT, Tod

☐ nein
☐ ja (welche)

Narkosekomplikation

☐ nein
☐ ja (welche)

Sättigungsabfall < 90 %

☐ nein
☐ ja wie tief?

27. Zahnstatus vor PDT

☐ ohne patholog. Befund ☐ gelockert ☐ zahnlos

28. Zahnschaden durch TED

☐ ja ☐ nein

29. Kreislaufstabilität und suffiziente Beatmung nach Narkoseinduktion bzw. Vertiefung der Analosedierung

☐ ja ☐ nein

30. Komplikationen während der Punktion der Trachea und der Führungsdrahtinsertion**→ (Phase 1 der PDT)****Erforderliche Anzahl der Punktionen**

☐ 1
☐ 1-2
☐ >2

Blutungen

☐ keine ☐ leicht ☐ schwer (> 20 ml [n. Byhahn])

☐ nach außen
☐ nach tracheal

wie gestillt?

☐ nur abgesaugt
☐ Koagulationsstab
☐ bipolar oder monopolar
☐ chirurgisch

Knorpelverletzung

☐ ja ☐ nein

Narkosekomplikation

- ☐ nein
☐ ja (welche)

Sättigungsabfall < 90 %

- ☐ nein
☐ ja wie tief?

32. Komplikationen während der Kanüleninsertion

→ (Phase 3 der PDT)

Blutungen

- ☐ keine ☐ leicht ☐ schwer
☐ nach außen
☐ nach tracheal

wie gestillt?

- ☐ nur abgesaugt
☐ Koagulationsstab
☐ bipolar oder monopolar
☐ chirurgisch

Knorpelfrakturen

- ☐ ja ☐ nein

endoskopische Resektion

- ☐ ja ☐ nein

31. Komplikationen während der Dilatation der Trachea

→ (Phase 2 der PDT)

Blutungen

- ☐ keine ☐ leicht ☐ schwer (> 20 ml [Byhahn])
☐ nach außen
☐ nach tracheal

wie gestillt?

- ☐ nur abgesaugt
☐ Koagulationsstab
☐ bipolar oder monopolar
☐ chirurgisch

Knorpelfrakturen

- ☐ ja ☐ nein

endoskopische Resektion des Knorpelfragments

- ☐ ja ☐ nein

Tracheahinterwandverletzung

- ☐ nein
☐ ja, welche? (z. B. tracheo-ösophageale Fistel)

Pneumothorax

- ☐ nein
☐ ja (wie therapiert)

Besondere Vorkommnisse

Mediastinalverletzung, Führungsdrahtbruch, Abbruch der PDT, o.ä., Tod

- ☐ nein
☐ ja (welche)

34. Kurze Einschätzung der Vor- und Nachteile des TED
(z.B. Punktion auf hintere Lippe des TED o.ä.)

35. Insertion einer Trachealkanüle mit „Stufenbildung“ am Übergang
zwischen Einführhilfe und trachealem Ende der Kanüle

☐ ja

☐ nein



36. Beatmungsparameter präoperativ (am Intensiv-Respirator)

TV .. ml PIP .. mbar PEEP .. mbar I:E .. f ..

FiO₂ .. % E_tCO₂..... mmHg Beatmungsmodus:

37. BGA + Beatmungsparameter unmittelbar präoperativ

TV .. ml PIP .. mbar PEEP .. mbar I:E .. f ..

FiO₂ .. % E_tCO₂..... mmHg Beatmungsmodus:

pH	
pCO ₂	kPa
pO ₂	kPa
SBE _c	mmol/l
HCO ₃ ⁻	mmol/l
sO ₂	%

33. Op.-Zeit (Endoskopeinführung bis Anschluß der TK an das Beatmungsgerät) in
Minuten

☐ ☐

Tracheahinterwandverletzung

- ☐ nein
☐ ja, welche? (z. B. Schleimhautläsion)

Pneumothorax

- ☐ nein
☐ ja (wie therapiert)

Besondere Vorkommnisse

Mediastinalverletzung,
Cufuptur der Trachealkanüle,
Führungsdrahtbruch, Abbruch
der PDT, Tod

- ☐ nein
☐ ja (welche)

Narkosekomplikation

- ☐ nein
☐ ja (welche)

Sättigungsabfall < 90 %

- ☐ nein
☐ ja wie tief?

42. Spätkomplikation durch PDT (1. p.o. Tag bis 6 Monate nach PDT)**Eingetretene Komplikationen zum Zeitpunkt der Krankenhausausschlassung**

- ☐ Trachealstenose Grad I (bis 50 % Obstruktion)
☐ Trachealstenose Grad II (51 – 70 % Obstruktion)
☐ Trachealstenose Grad III (71 – 99 % Obstruktion)
☐ Tracheoösophageale Fistel
☐ Recurrensparese
☐ Blutung
☐ Kanüldislokation
☐ Infektion
☐ Tod (Ursache angeben)

Datum

Unterschrift

(weiteres Ausfüllen erfolgt durch nachverfolgenden Arzt)

Eingetretene Komplikationen in den Folgemonaten (bis 6 Mon. nach PDT) nach der Krankenhausausschlassung

- ☐ Trachealstenose Grad I
☐ Trachealstenose Grad II
☐ Trachealstenose Grad III
☐ Tracheoösoph. Fistel
☐ Recurrensparese
☐ Heiserkeit
☐ Blutung
☐ Kanüldislokation
☐ Infektion (Ursache angeben)
☐ Tod

43. Re-Tracheotomie

- ☐ nein
☐ ja, warum?

44. Patient verstorben ohne Tracheotomiezusammenhang

- ☐ nein
☐ ja, welcher?

Datum

Unterschrift
(nachverfolgender Arzt)**38. BGA + Beatmungsparameter direkt nach Blockung der Trachealkanüle**

TV .. ml PIP .. mbar PEEP .. mbar I:E .. f ..
 FIO₂ .. % E-CO₂..... mmHg Beatmungsmodus:

pH		
pCO ₂		kPa
pO ₂		kPa
SBE ₆		mmol/l
HCO ₃ ⁻		mmol/l
sO ₂		%

Nachbeobachtung:**39. Tod vor Krankenhausausschlassung**

- ☐ nein
☐ ja (Ursache angeben)

40. In welchem Zustand entlassen (Krankenhausausschlassung)?

- ☐ tracheotomiert
☐ Stoma geschlossen
☐ Stoma epithelialisiert

41. HNO-Befund zum Zeitpunkt der Krankenhausausschlassung:

Bitte senden Sie das ausgefüllte Protokoll an:

Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt
Städtisches Klinikum
Prof. Dr. med. habil. E. Klemm
Chefarzt der HNO-Klinik
Friedrichstrasse 41
01067 Dresden

Telefonische Informationen oder Rückfragen unter:

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | Prof. Dr. med. habil. E. Klemm
Chefarzt der HNO-Klinik
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 4801220 |
| 2. | Prof. Dr. med. habil. K.F. Rothe
Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie
und Intensivtherapie
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 4801170 |
| 2. | Prof. Dr. med. F. Pabst
Ltd. Oberarzt der HNO-Klinik
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 480 1220 |
| 3. | Dr. med. Dipl. oec. med. A. Nowak
Ltd. Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie
und Intensivtherapie
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 4801600
+49 351 4801604 |
| 4. | Dipl. med. P. Kern
Oberarzt Klinik für Anästhesiologie
und Intensivtherapie
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 4801817
+49 351 4801604 |
| 5. | Dr. med. W. Völkel
HNO-Klinik
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt | Tel. +49 351 4801725 |

8.4 Telefonfragebogen

☐ Telefoninterview abgelehnt

Identitätssicherung

1. Name:
2. Geburtsdatum:
3. Gespräch geführt mit:

Ist-Zustand des Patienten

1. aktuelles Befinden:
2. aktuelle Probleme:
3. gibt es einen gesetzlichen Vormund: ☐ Ja ☐ Nein
4. ist der Luftröhrenschnitt verschlossen: ☐ Ja ☐ Nein
5. ist der Patient verstorben: ☐ Ja ☐ Nein
6. wenn ja:
 - wann (Monat):
 - Wie war der Verlauf nach der Entlassung?:
 - Ist der Patient ☐ Zuhause ☐ in der Rehaklinik ☐ im Krankenhaus verstorben?
 - Todesursache:
 - Ist ein Zusammenhang mit dem Luftröhrenschnitt bekannt?:

Befunde:

1. Sind im Verlauf Probleme mit dem Luftröhrenschnitt aufgetreten? ☐ Ja ☐ Nein
2. Wenn ja, welche?
3. Ist eine Therapie erfolgt?
4. Durch wen (Name des HNO Arztes oder Hausarztes)?

Spezielle Fragen

1. Luftnot a) in Ruhe? ☐ Ja ☐ Nein
b) bei Belastung ? ☐ Ja ☐ Nein
2. Trat ein pfeifendes Atemgeräusch beim a) Einatmen? ☐ Ja ☐ Nein
b) Ausatmen auf? ☐ Ja ☐ Nein
3. Ist ein Asthma bronchiale (anfallsweise Luftnot) bekannt? ☐ Ja ☐ Nein
4. Ist eine OP am Hals aufgrund des Luftröhrenschnittes erforderlich gewesen? ☐ Ja ☐ Nein
5. Gab/Gibt es Probleme beim Schlucken? ☐ Ja ☐ Nein
- wenn ja, welche?
6. Sind Probleme beim Sprechen aufgetreten?
☐ Ja ☐ Nein ☐ Heiserkeit
ist lautes Sprechen normal möglich? ☐ Ja ☐ Nein
7. Kam es im Verlauf zu Blutungen am Luftröhrenschnitt? ☐ Ja ☐ Nein
- wenn ja, - wann?
- Behandlung durch wen?
8. Gab es Probleme beim Wechseln der Kanüle? ☐ Ja ☐ Nein
- wenn, ja welche?
9. Sind Entzündungen am Luftröhrenschnitt aufgetreten? ☐ Ja ☐ Nein
10. War ein erneuter Luftröhrenschnitt nach Verschluss erforderlich? ☐ Ja ☐ Nein
- wenn ja, warum?:
11. Ist eine Behandlung wegen des Luftröhrenschnittes durch einen HNO- Arzt erforderlich/
gewesen? ☐ Ja ☐ Nein
- wenn ja, warum?
12. Ist wegen des Luftröhrenschnittes eine erneute Behandlung im Krankenhaus erforderlich
gewesen? ☐ Ja ☐ Nein
- Name des Krankenhauses:
15. Name des HNO-Arztes:
16. Name des Hausarztes:

8.6 Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei Herrn Prof. Dr. med. habil. Sven Koscielny, leitender Oberarzt der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universitätsklinik Jena bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Ich danke besonders für die Themastellung, die hervorragende Betreuung und seine Diskussions- und Hilfsbereitschaft. Auch für die mühevollen Arbeit des Korrekturlesens möchte ich mich herzlich bedanken.

Besonderen Dank auch an die gesamte Arbeitsgruppe insbesondere an Herrn Prof. Dr. med. habil. Eckart Klemm und Herrn Dr. med. Andreas Nowak für die vielen wertvollen Anregungen und die stete Hilfsbereitschaft, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Besonderer Dank auch an die Studienzentren ohne deren Mitarbeit die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen wäre.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Friedemann Pabst für die stetige Unterstützung auf meinem Weg.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, insbesondere meiner Mutter welche mich stetig in meinem Leben unterstützt.

8.7 Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. med. Sven Koscielny,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Ort, Datum

Unterschrift des Verfassers